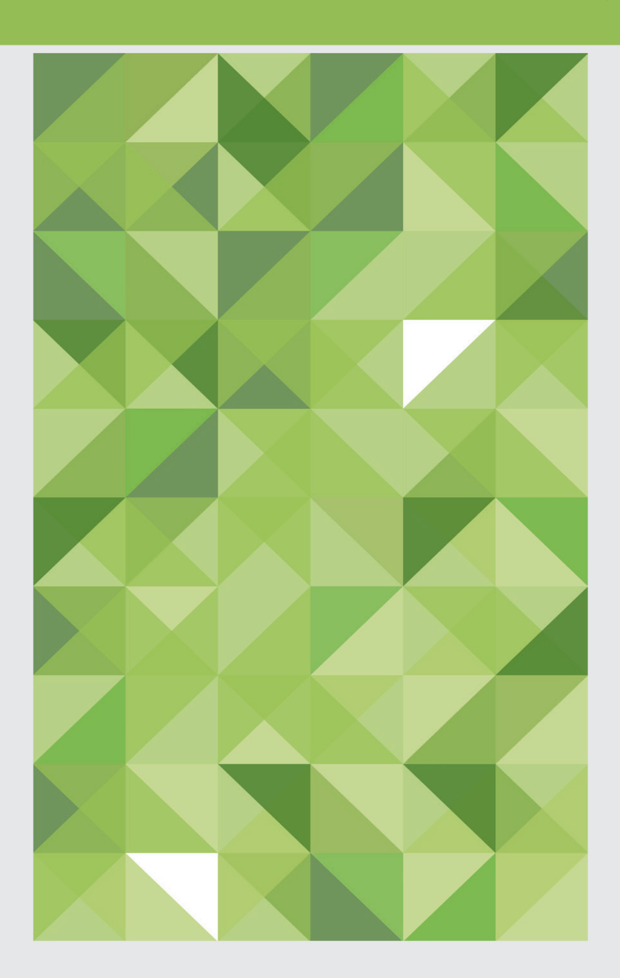
عالم المعرفة

سلسلة كتب ثقافية شهرية يصدرها
المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب - الكويت



الانقراض السادس

تاريخ لا طبيعي

تأليف: إليزابيث كولبرت
ترجمة: أحمد عبدالله السماحي
وفتح الله الشيخ






المجلس الوطني
للثقافة والفنون والآداب



عالم المعرفة
سلسلة كتب ثقافية شهرية يصدرها
المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب - الكويت
صدرت السلسلة في يناير 1978
أسسها أحمد مشاري العدواني (1923-1990) ود. فؤاد زكريا (1927-2010)

الانقراض السادس

تاريخ لا طبيعي

تأليف: إليزابيث كولبرت
ترجمة: أحمد عبدالله السماحي
وفتح الله الشيخ



هذا العدد ينشر بالتعاون
مع المركز القومي
للترجمة - مصر
3195



أبريل 2019
471



سلسلة شهرية يصدرها
المجلس الوطني للثقافة
والفنون والآداب

ترسل الاقتراحات على العنوان التالي:

السيد الأمين العام

للمجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب

ص. ب: 28613 - الصفاة

الرمز البريدي 13147

دولة الكويت

هاتف: 22431704 (965)

www.kuwaitculture.org.kw

التنضيد والإخراج والتنفيذ

وحدة الإنتاج في المجلس الوطني

ISBN 978 - 99906 - 0 - 634 - 8

العنوان الأصلي للكتاب

The Sixth Extinction

An Unnatural History

By

Elizabeth Kolbert

طُبع من هذا الكتاب ثلاثة وأربعون ألف نسخة

شعبان 1440 هـ ـ أبريل 2019


Withe

إنْ كانت هناك خطورة في مسار الإنسانية، فإنها لا تكمن في بقاء نوعنا، بقدر ما تكمن في تحقق المفارقة الكبرى للتطور العضوي: وهي أنه في لحظة التوصل إلى فهمٍ للذات من خلال عقل الإنسان، تكون الحياة قد حكمت بالهلاك على أجمل مخلوقاتها.

إي. أو. ولسن E. O. WILSON

على مدى مئات القرون لا تحدث الأشياء إلا في الحاضر.

خورخي لويس بورخيس JORGE LUIS BORGES


Withe

ملحوظة المؤلفة

بينما يسود النظام المتري الكتابات العلمية، يتعامل معظم الأمريكيين بمصطلحات الأميال والفدادين والفهرنهايت. كل الأرقام في هذا الكتاب مكتوبة بوحدات إنجليزية ما لم يذكر غير ذلك.

المواد المنشورة في هذه السلسلة تعبر
عن رأي كاتبها ولا تعبر بالضرورة عن رأي المجلس

المحتوى

تمهيد

«لم يسبق لأي مخلوق على هذا الكوكب أن غيَّر الحياة بهذا الشكل من قبل، لكن وقعت أحداث مشابهة أخرى»

يقال إن البدايات تتسم عادة بالغموض، والأمر ذاته ينطبق على هذه القصة التي تبدأ مع ظهور نوع جديد، ربما منذ مائتي ألف سنة. وهذا النوع – مثل كل الأشياء الأخرى - لا يحمل اسما حتى الآن، ولكنه يمتلك القدرة على تسمية الأشياء.

وكما هي الحال بالنسبة إلى أي نوع فتي، فقد اتسم وضع هذا النوع بعدم الاستقرار، فأعداده كانت قليلة، في حين اقتصر نطاق وجوده على حيز صغير من شرق أفريقيا. وبعد أن تزايدت أعداده ببطء، فإنها على الأرجح عادت إلى التناقص مجددا لتصل إلى مجرد بضعة آلاف من الأزواج، حيث يزعم بعض المراقبين أن هذا التناقص بلغ حدا جعله يوشك على الفناء.

ومع أن أفراد هذا النوع لم يكونوا يتميزون بالسرعة أو القوة أو الخصوبة على وجه التحديد، فإنهم كانوا يتفردون بكونهم واسعي الحيلة؛ فقد اندفعوا تدريجيا نحو مناطق ذات مناخات مختلفة، وتوجد فيها حيوانات مفترسة وفرائس مختلفة؛ إذ لا يبدو أن أيا من القيود المعتادة المرتبطة بالموطن الطبيعي أو الجغرافي حال دون قيامهم بذلك، فقد عبروا الأنهار والهضاب وسلاسل الجبال، وفي المناطق الساحلية جمعوا المحار؛ ثم توغلوا في المناطق الداخلية لصيد الثدييات، وأينما حلوا كانوا يتأقلمون ويبتكرون. وعندما وصلوا إلى أوروبا قابلوا مخلوقات تشبههم إلى حد كبير، ولكنها كانت أكثر بدانة وقوة منهم، حيث كانت تعيش على تلك القارة منذ فترة أطول بكثير، لقد تزاوجوا مع تلك المخلوقات، ثم - بطريقة أو بأخرى - قضوا عليها.

وسيتبين أن نهاية هذه العلاقة ستكون نموذجا لما سيحدث؛ فمع اتساع انتشار هذا النوع، أصبح يلتقي بحيوانات أضخم منه بنحو مرتين أو عشر مرات، أو حتى عشرين مرة: قطط ضخمة ودببة هائلة وسلاحف حجمها كالفيلة، وحيوانات الكسلان التي يبلغ طولها أكثر من 15 قدما، كانت هذه الأنواع أقوى، وفي أغلب الأحيان أكثر شراسة، لكنها كانت أبطأ في التكاثر، ولذلك قُضي عليها.

وعلى الرغم من أننا كائنات برية، فإن نوعنا - الذي يُعرف بابتكاره الدائم – قد عبر البحار، ووصلنا إلى جزر مأهولة بواسطة كائنات خارج التطور: طيور تضع بيوضا يبلغ طول الواحدة منها قدما، وأفراس نهر في حجم الخنازير، وأنواع من السحالي العملاقة. وحيث إن هذه المخلوقات تألف الانعزال، فإنها كانت غير مؤهلة للتعامل مع الوافدين الجدد، أو مع رفاق أسفارهم الذين كان معظمهم من الجرذان، فاستسلم كثيرون منها أيضا. استمرت هذه العملية بشكل متقطع آلاف السنين، إلى أن انتشر هذا النوع، الذي لم يعد جديدا على الإطلاق، في كل ركن من أركان الأرض. وفي تلك اللحظة، حدثت أشياء عديدة دفعة واحدة، سمحت للإنسان العاقل (هومو سابينس Homo Sapiens)، كما صار يطلق على نفسه، بأن يتكاثر بمعدل غير مسبوق. وخلال قرن واحد تضاعفت أعداد هذا النوع، ثم تضاعفت مرة ثانية وثالثة. اقتُلِعت غابات شاسعة. فعل البشر ذلك عن عمد للحصول على الطعام، وعلى نحو أقل تعمدا نقلوا الكائنات الحية من قارة إلى أخرى، وأعادوا تشكيل الغلاف الحيوي Biosphere.

في غضون ذلك، كان يجري تحول أكثر حدة وغرابة، فمع اكتشاف مخزونات الطاقة تحت الأرض، بدأ البشر في تغيير تركيب الغلاف الجوي، وهذا بدوره أدى إلى تغيير المناخ وكيمياء المحيطات. تكيفت بعض النباتات وبعض الحيوانات عبر الانتقال، فتسلقت الجبال وهاجرت تجاه القطبين، لكن أعدادا كبيرة منها - في البداية بالمئات ثم بالآلاف وربما وصل العدد في النهاية إلى الملايين - وجدت أنفسها وقد تقطعت بها السُّبل، فارتفعت معدلات الانقراض وتغير نسيج الحياة.

لم يسبق لأي مخلوق على هذا الكوكب أن غير الحياة بهذا الشكل من قبل، لكن وقعت أحداث مشابهة أخرى. في حالات نادرة جدا في الماضي السحيق تعرض هذا الكوكب لتغير مدمر أدى إلى هبوط مفاجئ في تنوع الحياة. كانت خمسة من هذه الأحداث كارثية بما فيه الكفاية؛ لدرجة أنها وضعت في تصنيف خاص بها: سميت بالخمسة العظام Big Five. وفيما يبدو أنها مصادفة مذهلة، لكنها على الأرجح ليست مصادفة على الإطلاق.

يُستعاد تاريخ هذه الأحداث في وقت يدرك فيه البشر أنهم يتسببون في حدث مماثل. من المُبكر القول إن هذا الحدث سيصل إلى حجم الخمسة العظام؛ فقد أصبح يعرف بـ «الانقراض السادس».

تأتي قصة «الانقراض السادس»، على الأقل كما اخترت أن أرويها، في ثلاثة عشر فصلا. يتتبع كل فصل أحد الأنواع التي تعتبر رمزية بشكل أو بآخر – الماستودون الأمريكي American Mastodon، وطائر الأوك الكبير Great Auk(*)، والأمونيت Ammonite(**)، التي اختفت بنهاية العصر الطباشيري في الوقت نفسه الذي اختفت فيه الديناصورات. المخلوقات التي نتناولها في الفصول الأولى قد اختفت بالفعل. ويتعلق هذا الجزء من الكتاب - في الأغلب - بالانقراضات العظمى التي حدثت في الماضي، والتاريخ الشائك لاكتشافها بدءا من أعمال العالم الطبيعي الفرنسي جورجيس كوفييه Georges Cuvier. ويتناول الجزء الثاني من الكتاب ما يجري في وقتنا الحالي إلى حد كبير، بدءا من غابات الأمازون المطيرة التي تتآكل بشكل متزايد، مرورا بالمنحدرات التي تشهد ارتفاعا سريعا

(*) طائر له جسم قصير وجناحان قصيران وأقدام شبكية. [المترجمان].

(**) صدفة متحجرة لولبية الشكل من أصداف بعض الرخويات المنقرضة. [المترجمان].

للحرارة في جبال الأنديز، وصولا إلى التخوم الخارجية للحيد المرجاني العظيم Great Barrier Reef. وقد اخترت الذهاب إلى هذه المواقع المحددة للدواعي الصحافية المعتادة، وذلك إما بسبب وجود محطة أبحاث هناك وإما لأن أحد الأشخاص دعاني لمرافقته في رحلة استكشافية. إن حجم التغيرات التي تجري الآن كبير لدرجة أنه كان يمكنني الذهاب إلى أي مكان، والعثور - إذا ما توافر لي التوجيه السليم - على دلائل على هذه التغيرات.

ويتناول أحد الفصول عملية نفوق تجري بصورة أو بأخرى في فنائي الخلفي (وربما في فنائك أنت أيضا).

إذا كان الانقراض موضوعا رهيبا؛ فإن الانقراض الجماعي الكاسح أكثر رهبة، وهو مثير للاهتمام أيضا، وسأحاول في الصفحات التالية أن أُغطي كلا الجانبين: الإثارة الناتجة عما نتعلمه، وكذلك الرعب الذي يسببه. وأملي أن يتوصل قراء هذا الكتاب إلى إدراك خطورة اللحظة الاستثنائية التي نعيش فيها.

الانقراض السادس

الضفدع الذهبي
Atelopus zeteki

تقع مدينة إلفالي دي أنطون El Valle de Anton في بنما الوسطى، في وسط فوهة بركانية تكونت منذ قرابة مليون سنة. يبلغ اتساع هذه الفوهة نحو أربعة أميال، لكن عندما يكون الجو صافيا تستطيع رؤية التلال ذات القمم المثلثة التي تحيط بالمدينة مثل جدران برج متهدم. ويوجد بمدينة إلفالي شارع رئيسي واحد ومخفر شرطة وسوق مفتوح. وبالإضافة إلى التنوع المألوف للقبعات البنمية وأشغال التطريز زاهية الألوان، يقدم السوق ما يمكن أن يطلق عليه أكبر مجموعة في العالم لتماثيل الضفادع الذهبية الصغيرة؛ فهناك ضفادع ذهبية تستقر علـى أوراق الشجر، وأخرى تجلس على أوراكها،

«في أزمنة الهلع، قد تختفي مجموعات بأكملها من الكائنات التي كانت مهيمنة يوما ما، أو تهبط إلى أدوار ثانوية تماما كأن الأرض قد غيَّرت أدوار الممثلين الموجودين عليها»

وما يصعب فهمه - إلى حد ما – هو وجود ضفادع ذهبية تمسك بهواتف محمولة. كما توجد ضفادع ذهبية ترتدي تنورات مزركشة، وأخرى تدخن السجائر، من خلال مبسم على طريقة فرانكلين روزفلت. والضفدعة الذهبية التي تنتشر في جميع أنحاء إلفالي هي العلامة المميزة لجميع سيارات الأجرة الصفراء ذات البقع البنية الداكنة. وهي تعتبر فألا حسنا في بنما، وصورتها تطبع (أو على الأقل كانت تطبع) على أوراق اليانصيب.

منذ فترة لا تزيد على عقد، كان من السهل العثور على الضفادع الذهبية في التلال المحيطة بمدينة إلفالي. وهذه الضفادع سامة. وتشير التقديرات إلى أن السم الموجود داخل جلد ضفدعة واحدة فقط يمكن أن يقتل ألف فأر من الحجم المتوسط، ولهذا السبب هي تتمتع بذلك اللون الساطع، الذي يجعلها تظهر بجلاء على أرض الغابة. وقد أُطلق على أحد الجداول القريبة من مدينة إلفالي «مجرى الألف ضفدعة» Thousand Frog Stream. وكان الشخص الذي يسير بجوار النهر يرى العديد من الضفادع الذهبية وهي تتشمس على ضفتيه، الأمر الذي جعل أحد علماء الزواحف والبرمائيات الذي قام بجولة في ذلك المكان، يصف الأمر لي بالقول «إن ذلك غير معقول... غير معقول على الإطلاق».

ثم بدأت الضفادع حول مدينة إلفالي تختفي. لوحظت هذه المشكلة للمرة الأولى في الجزء الغربي بالقرب من حدود بنما مع كوستاريكا، علما أنه حتى ذلك الوقت لم ينظر إليها أحد على أنها تشكل أزمة. وحدث أن كانت طالبة دراسات عليا أمريكية تدرس الضفادع في الغابات المطيرة هناك... سافرت هذه الطالبة إلى الولايات المتحدة لفترة لكي تكتب رسالتها البحثية، وعندما عادت لم تجد أي ضفدع! وفوق ذلك لم تجد أي برمائيات من أي نوع. لم يكن لديها أي فكرة عما كان يجري، ولكن بما أنها كانت في حاجة إلى الضفادع لأبحاثها، فقد أنشأت موقعا جديدا للدراسة في الجزء الشرقي. وفي الموقع الجديد بدت الضفادع - في بداية الأمر - بصحة جيدة، ثم حدث الشيء نفسه، فقد اختفت البرمائيات تماما. وحتى العام 2002 كانت هذه الآفة قد انتشرت في كل أرجاء الغابة المطيرة، حيث اختفت الضفادع تماما من على التلال والأنهار حول مدينة سانتا في Santa Fe التي تبعد عن مدينة إلفالي قرابة 50 ميلا، إلى الغرب. وفي العام 2004 بدأت تظهر جثث صغيرة بالقرب من مدينة إلفالي في

محيط مدينة إلكوبي El Cope. في هذا الوقت كان قد توصل جمع من البيولوجيين، بعضهم من بنما وبعضهم الآخر من الولايات المتحدة، إلى أن الضفادع الذهبية تتعرض لخطر مميت. وقرروا محاولة الحفاظ على جزء من الأعداد المتبقية منها، عبر نقل بضع عشرات من كل جنس من الغابة وتربيتها داخل أماكن معزولة. لكن الشيء الذي كان يسبب قتل الضفادع كان يتحرك بوتيرة أسرع مما كان يعتقد البيولوجيون. وقبل أن يتمكنوا من تنفيذ خطتهم، كان قد جرى الإجهاز على الضفادع.

المرة الأولى التي قرأت فيها عن ضفادع مدينة إلفالي كانت في مجلة تتحدث عن الطبيعة للأطفال، عثرت عليها عند أطفالي[1]، وكان هذا المقال المزود بصور ملونة للضفدع الذهبي البنمي، وكذلك بصور لأنواع أخرى زاهية الألوان تتحدث عن قصة انتشار هذه الكارثة، وجهود البيولوجيين لتطويقها. كان البيولوجيون يأملون في بناء مختبرات جديدة في إلفالي، لكن ذلك لم يحدث في الوقت المناسب. هرعوا لإنقاذ ما يمكن إنقاذه بيد أنهم لم يكن لديهم أي مكان يصلح لكي يضعوها فيه. فما الذي فعلوه؟ وضعوها في فندق للضفادع، طبعا! حيث وافق «فندق الضفادع المذهل هذا»، وهو عبارة عن فندق محلي يقدم خدمات النوم والإفطار، على السماح للضفادع (وهي داخل أحواضها) بأن تقيم في مجموعة من الغرف المستأجرة.

وقال المقال: «وفي ظل وجود بيولوجيين لتلبية متطلباتها، فقد تمتعت تلك الضفادع بوسائل راحة من الطراز الأول، بما في ذلك توفير الخادمة وخدمة الغرف. كما كانت الضفادع تتناول وجبات طازجة ولذيذة، كان الطعام طازجا لدرجة أنه يكاد يقفز من الأطباق».

وبعد أن قرأت مقال «فندق الضفادع الذي لا يُصدَّق» بأسابيع قليلة عثرت على مقال آخر متعلق بالضفادع ومكتوب بنبرة مختلفة إلى حد ما[2]. ظهر هذا المقال في مجلة وقائع الأكاديمية الوطنية للعلوم Proceedings of the National Academy of Sciences، من تأليف اثنين من علماء البرمائيات والزواحف. كان عنوان المقال «هل نشهد حاليا انقراضا جماعيا سادسا؟ رؤية من عالم البرمائيات». أشار المؤلفان: دافيد ويك David Wake من جامعة كاليفورنيا – بيركلي، وفانس فريدنبرغ Vance Vredenburg من جامعة الولاية بسان فرانسيسكو إلى أنه «كانت هناك خمسة انقراضات جماعية عظمى في تاريخ الحياة على هذا الكوكب». وقد

وصفا تلك الانقراضات بأنها أحداث أدت إلى «فقدان هائل للتنوع الحيوي». وقع الانقراض الأول في نهاية العصر الأوردفيكي Ordovician period منذ نحو 400 مليون سنة، عندما كانت الكائنات الحية محصورة بشكل رئيسي في المياه.

وحدث الانقراض الثاني، الأكثر دمارا، في نهاية العصر البرمي Permian Period، أي منذ نحو 250 مليون سنة، وكان قاب قوسين من إفناء الحياة على الأرض كلية. (يشار إلى هذا الحدث أحيانا على أنه «أم الانقراضات الجماعية» أو «النفوق الكبير»). والانقراض الجماعي الأحدث - والأشهر - جاء بالقرب من نهاية العصر الطباشيري Cretaceous period؛ فقد أفنى إلى جانب الديناصورات، البليزيوصورات Plesiosaurs والموزاصورات mosasaurs والأمونيتات والتيروصورات Pterosaurs.

وقد رأى ويك وفريدنبرغ، بناء على معدلات الانقراض بين البرمائيات، أن هناك حدثا كارثيا مماثلا يجري حاليا. كان هذا المقال مزودا بصورة واحدة لنحو دستة من الضفادع الجبلية ذات السيقان الصفراء – كلها ميتة – ترقد على بعض الصخور منتفخة وبطونها متجهة إلى أعلى.



الشكل رقم (1)

وقد فهمت لماذا اختارت مجلة للأطفال نشر صور ضفادع حية بدلا من صور الضفادع الميتة، كما فهمت الدافع خلف تقديم صورة مشرقة عن البرمائيات وهي تطلب خدمة الغرف الفندقية، وذلك على طريقة الروائية بياتريكس بوتر. مع ذلك، يبدو لي - كوني صحافية - أن المجلة قد أغفلت الجانب الأهم من القصة.

فأي حدث وقع خمس مرات فقط منذ الظهور الأول لحيوان فقاري، منذ نحو 500 مليون سنة، لا بد أن يؤخذ على أنه غاية في الندرة. وفكرة أن حدثا سادسا مماثلا يجري حاليا، أمام أعيننا بشكل أو بآخر، بدا لي أمرا محيرا للعقل بكل ما للكلمة من معنى. وبالتأكيد فإن هذه القصة أيضا، والتي تمثل الجزء الأضخم والأكثر قتامة ودلالة، كانت تستحق أن تُحكى. فإذا كان ويك وفريدنبرغ على صواب نكون نحن الأحياء اليوم لسنا شاهدين فقط على واحد من أندر الأحداث في تاريخ الحياة، بل نحن أيضا صانعوه. وقد لفت هذان العالمان إلى أن «أحد الأنواع هزيلة البنية كانت له المقدرة على التأثير المباشر في مصيره عن غير قصد، وكذلك في مصير معظم الأنواع الأخرى الموجودة على هذا الكوكب». وبعد بضعة أيام من قراءتي مقال ويك وفريدنبرغ حجزت تذكرة للسفر إلى بنما.

يقع مركز إلفالي للحفاظ على البرمائيات El Valle Amphibian conservation center أو EVACC (وينطق «إيفاك»)، على طول طريق غير مرصوف لا يبعد كثيرا عن السوق المكشوف الذي تباع فيه التماثيل الصغيرة للضفادع الذهبية. إنه بحجم منزل ريفي في إحدى الضواحي، ويحتل الناصية الخلفية لحديقة حيوان صغيرة خلف قفص لحيوان الكسلان. المبنى بأكمله مملوء بالأحواض. وهناك أحواض مصطفة بجانب الحوائط، وأحواض أخرى مكومة في منتصف الحجرة، مثل صفوف الكتب في المكتبة. وتحتل الأحواضَ الأطول أنواعٌ مثل ضفادع الليمور الشجري Iemur tree frog التي تعيش في أعالي الغابات؛ أما الأحواض الأقصر فهي مخصصة لأنواع من الضفادع يطلق عليها الضفادع السارقة كبيرة الرأس big-headed robber frog، والتي تعيش على أرض الغابة. وتقع أحواض الضفادع الجرابية ذات القرون horned marsupial frogs التي تحمل بيضها في جراب بجوار أحواض ضفادع أبو خوذة casque-headed frogs التي تحمل بيضها على ظهورها. وهناك بضع عشرات من الأحواض المخصصة للضفادع البنمية الذهبية Atelopus zeteki.

للضفادع الذهبية طريقة مشي متميزة تماثل مخمورا يحاول أن يمشي في خط مستقيم. ولها أطراف طويلة ونحيفة، وخطوم صفراء مدببة، وعيون داكنة جدا، والتي يبدو أنها من خلالها تنظر إلى العالم بحذر. ومع أن ذلك سيجعلني أبدو متدنية الذكاء فإنني سأقول إنها تبدو ذكية. في البرية تضع الإناث بيضها في مجرى مياه ضحل؛ بينما تدافع الذكور في الوقت نفسه عن مواقعها من على قمم الصخور المكسوة بالطحالب. وفي مركز إيفاك يوجد لكل حوض من الضفادع الذهبية مياه جارية خاصة به تنبع من خرطوم صغير مخصص له لتتمكن هذه الحيوانات من التكاثر، كأنها تعيش في مجرى النهر الذي كان يوما ما يؤويها. وفي أحد هذه المجاري الاصطناعية لاحظت خيطا من البيوض الصغيرة الشبيهة باللآلئ. وعلى لوح أبيض موجود في الجوار، سجل أحدهم بحماس باللغة الإسبانية أن إحدى الضفادع تقول «أنا أضع البيض!».

يقع مركز «إيفاك» تقريبا في وسط حقل الضفادع الذهبية، غير أنه مُصمَّم لكي يكون معزولا تماما عن العالم الخارجي. لم يكن مسموحا لأي شيء أن يدخل المبنى ما لم يجرِ تعقيمه بشكل تام، بما في ذلك الضفادع التي لا بد أن تُعالج أولا بمحلول تبييض كي يسمح لها بالدخول. ويطلب من الزائرين ارتداء أحذية خاصة وترك أي أكياس أو حقائب أو أجهزة كانوا قد استخدموها في الخارج، ويجري ترشيح كل المياه التي تدخل الأحواض، كما أنها تُعالج بطريقة خاصة، ويعطي هذا العزل للمكان شعورا بأنه عبارة عن غواصة، أو ربما يكون أشبه بسفينة عالقة وسط الطوفان.



الشكل رقم (2): ضفدع ذهبي بنمي Atelopus zeteki

يدير مركز «إيفاك» شخص بنمي يُدعى إدجاردو غريفيث Edgardo Griffith. وغريفيث هو رجل طويل وعريض المنكبين مستدير الوجه ويتمتع بابتسامة عريضة، ويضع قرطا فضيا في أذنيه، ويوجد وشم كبير للهيكل العظمي للضفدع على ساقه اليسرى. والآن هو في منتصف الثلاثينيات، وقد كرّس جزءا كبيرا من حياته كبالغ من أجل برمائيات مدينة إلفالي، كما حوَّل زوجته الأمريكية التي أتت إلى بنما متطوعةً في فيلق السلام إلى إنسانة شغوفة بالضفادع مثله. كان غريفيث أول من لاحظ كيف بدأت الجثث الصغيرة تظهر في المنطقة، كما جمع بنفسه عدة مئات من البرمائيات التي حُجِز لها في الفندق (نُقلت الحيوانات إلى مركز «إيفاك» بمجرد الانتهاء من بنائه). وإذا كان مركز «إيفاك» أشبه بالسفينة، فإن ما يقوم به غريفيث يصبح مماثلا لما قام به النبي نوح (عليه السلام)، بل وعلى نحو مضاعف، نظرا إلى أن المهام التي تصدى لها استمرت فترة فاقت الأربعين يوما بكثير. وقد أخبرني غريفيث بأن الجزء المحوري من عمله هو التعرف على الضفادع، كل واحد على حدة. وقال: «قيمة كل واحد منها بالنسبة إلي تعادل قيمة فيل».

وفي الزيارة الأولى لي لمركز «إيفاك»، عرض عليَّ غريفيث عينات تمثيلية عن الأنواع التي انقرضت في البرية، ضمت هذه الأنواع - بالإضافة إلى الضفادع البنمية الذهبية - ضفدع رابز الشجري ذا الأطراف الهدبية Rabbs, Fringe-Limbed tree Frog الذي جرى التعرف عليه - لأول مرة فقط - في العام 2005. وفي أثناء زيارتي لم يكن باقيا في مركز «إيفاك» إلا ضفدع واحد من هذا النوع، وهكذا أصبح احتمال إنقاذ زوج واحد تعود جذوره إلى حقبة زمنية غابرة أمرا مستحيلا. كان هذا الضفدع البني المائل إلى الأخضر والمرقط بالأصفر يبلغ طوله أربع بوصات، ويمتلك أقداما أكبر من حجمه، مما أضفى عليه شكل مراهق أخرق. عاشت ضفادع رابز الشجرية ذات الأطراف الهدبية في الغابة التي تعلو مدينة إلفالي، وكانت تضع بيضها في ثقوب الأشجار. وبشكل غير مألوف، وربما بترتيب متفرد، كانت ذكور الضفادع هي التي تعتني بصغار الضفادع، وتسمح لها حرفيا بأكل جلد ظهورها، وقال غريفيث إنه يعتقد أن أنواعا أخرى من البرمائيات قد أُهملت عن غير قصد في أثناء اندفاعنا الأول لجمع البرمائيات لمركز «إيفاك»، وقد فنيت منذ ذلك الحين؛ من الصعب تحديد أعدادها، حيث إن معظمها كان

على الأرجح غير معروف بالنسبة إلى العلم. وقال لي: «لسوء الحظ، فإننا نفقد كل هذه البرمائيات قبل حتى أن نعرف وجودها».

ثم أضاف: «وحتى الناس العاديون في إلفالي قد لاحظوا ذلك. وقد قالوا لي: ما الذي حدث للضفادع؟ فنحن لم نعد نسمع أصواتها الآن»!

عندما بدأ تداول التقارير الأولى عن انهيار تعداد الضفادع، منذ عقود قليلة، كان بعض أكثر الناس إلماما بهذا المجال هم الأكثر تشكيكا في هذا الأمر؛ فالبرمائيات - على وجه العموم - أكثر الكائنات قدرة على البقاء في العالم؛ فأسلاف الضفادع الموجودة حاليا زحفت من المياه منذ 400 مليون سنة، ومنذ نحو 250 مليون سنة تطورت أولى العينات التمثيلية لما أصبح يعرف برتب البرمائيات الحديثة، تتضمن إحداها الضفادع وعلجوم الضفادع (ضفدع الطين). وتتضمن الثانية سمندل الماء والسلمندر. أما الثالثة فتتضمن مخلوقات غريبة من دون أطراف تدعى البرمائيات الثعبانية Caecilians. ويعني ذلك أن البرمائيات لم تكن موجودة قبل الثدييات أو الطيور فقط، بل كانت موجودة أيضا قبل الديناصورات.

ولاتزال البرمائيات - وكلمة برمائي Amphibian تأتي من اليونانية، وهي تعني «الحياة المزدوجة» - مرتبطة بشكل كبير بالعالم المائي الذي انبثقت منه (اعتقد قدماء المصريين أن الضفادع قد نتجت من تزاوج الأرض والماء في أثناء الفيضان السنوي للنيل). وبيضها الذي لا تغلفه أصداف لا بد من أن يظل رطبا من أجل أن ينمو. وهناك كثير من الضفادع، مثل الضفادع البنمية الذهبية، التي تضع بيضها في مجرى جداول المياه. وهناك ضفادع تضع بيضها كذلك في برك مؤقتة، وضفادع تبيض تحت طبقات الأرض، وأخرى تضع بيضها في أوكار تشيدها من الرغوة. بالإضافة إلى الضفادع التي تحمل بيضها على ظهورها وداخل أكياس جرابية. وثمة ضفادع تحملها على شكل ضمادات ملفوفة حول سيقانها. وحتى وقت قريب، إلى أن انقرض كلاهما، كان هناك نوعان من الضفادع معروفة باسم الضفادع ذات المعدة الحاضنة، حيث كانت تحمل بيضها في معدتها، وتلد ضفادع صغيرة من خلال أفواهها.

ظهرت البرمائيات عندما كانت كل اليابسة على كوكب الأرض جزءا من مساحة شاسعة تدعى بانغيا Pangaea. ومنذ أن بدأت بانغيا في الانقسام، تكيّفت

البرمائيات في كل قارة ما عدا القارة القطبية الجنوبية. وعلى مستوى العالم جرى التعرف على سبعة آلاف نوع، بينما كان العدد الأكبر موجودا في الغابات الاستوائية المطيرة، وأحيانا توجد برمائيات، مثل ضفدع التلال الرملية في أستراليا، والذي يمكن أن يعيش في الصحراء، وكذلك برمائيات، مثل ضفدع الأحراج Wood Frog الذي يمكن أن يعيش فوق الدائرة القطبية الشمالية. ويمكن للعديد من ضفادع أمريكا الشمالية، بما فيها زقّاء الربيع Spring Peeper(*) أن تتحمل صقيع الشتاء، مثل المثلجات. ويشير تاريخ تطورها المديد إلى أنه حتى مجموعات البرمائيات التي يبدو أنها متشابهة بدرجة معقولة، من منظور البشر، قد تكون من وجهة النظر الجينية مختلفة فيما بينها كاختلاف الخفافيش عن الأحصنة.

كان دافيد ويك، أحد مؤلفي المقال الذي جعلني أسافر إلى بنما، من بين هؤلاء الذين لا يعتقدون - من البداية - أن البرمائيات كانت تختفي، كان ذلك في منتصف ثمانينيات القرن العشرين. بدأ طلاب ويك يعودون من رحلة جمع الضفادع في سييرا Sierras نيفادا خاويي الوفاض. تذكّر ويك - منذ كان طالبا في ستينيات القرن العشرين - أن ضفادع سييرا من الصعب تفادي الالتقاء بها. وأخبرني: «في أثناء سيرك في المراعي قد تطأ قدمك – من دون قصد - بعضا منها. كانت موجودة في كل مكان». افترض ويك أن طلابه قد توجهوا إلى الأماكن الخطأ، أو أنهم لم يعرفوا كيف يبحثون عنها. ثم أخبره أحد باحثي ما بعد الدكتوراه، والذي له خبرة عدة سنوات في جمع الضفادع، بأنه كذلك لم يستطع العثور على أي برمائيات، ويتذكر ويك: «قلت حسنا، سأذهب معك إلى بعض الأماكن التي ثبت وجود ضفادع فيها. أخذته إلى مثل هذا المكان فلم نجد سوى علجومين اثنين».

وقد أدت الجغرافيا دورا في جعل الموقف غامضا بهذا الشكل، فالضفادع لم تختفِ فقط من الأماكن المكتظة أو المضطربة، بل كذلك من الأماكن العذرية نسبيا، مثل سييرا وجبال أمريكا الوسطى. وفي أواخر ثمانينيات القرن العشرين، ذهبت عالمة زواحف وبرمائيات أمريكية إلى محمية غابة مونتفيردي كلاود Monteverde Cloud في الجزء الشمالي من كوستاريكا لدراسة عادات التناسل عند الضفادع

(*) سُميت ضفادع زقّاء الربيع بهذا الاسم لأن نقيقها يبشر بقدوم فصل الربيع. [المحرر].

الذهبية، وقد أمضت موسمين في البحث؛ ففي المكان الذي كانت ضفادع الطين تتزاوج فيه بأعداد هائلة، لم تشاهد سوى ذكر واحد فقط[3]. وكان ضفدع الطين الذهبي، الذي يصنف الآن على أنه منقرض، ويتمتع بلون برتقالي ساطع، كان يتمتع بصلة قرابة بعيدة جدا بالضفدع الذهبي البنمي الذي بسبب وجود زوج من الغدد خلف عينيه يعتبر أيضا ضفدع الطين من الناحية التقنية. في الوقت نفسه تقريبا، وفي وسط كوستاريكا، لاحظ البيولوجيون أن العديد من أنواع الضفادع المتوطنة قد انقرض، كما أن أنواعا نادرة ومتخصصة جدا كانت في طور الاختفاء، والأمر ذاته كان ينطبق على الأنواع الأكثر أُلفة. وفي الإكوادور، اختفى ضفدع الطين جامباتو Jambato، وهو الضفدع المألوف في حدائق المنازل، في غضون بضع سنوات. وفي الجزء الشمالي الشرقي من أستراليا لم يعد الضفدع النهاري Day Frog الجنوبي موجودا، وهو الذي كان يوما ما الأكثر انتشارا في المنطقة.

جاء أول دليل على هذا القاتل الغامض الذي كان يستهدف الضفادع من كوينزلاند حتى كاليفورنيا - وقد يكون ذلك مثيرا للاستغراب وقد لا يكون كذلك - من إحدى حدائق الحيوان، فقط كانت حديقة الحيوان القومية في واشنطن العاصمة تحقق نجاحا في تربية ضفادع السهم السام Poison-dart Frogs الزرقاء، والتي موطنها الأصلي سورينام، عبر العديد من الأجيال. ثم، ومن يوم إلى آخر، بدأت تتقلص أعداد الضفادع التي رُبيت في أحواض حديقة الحيوان، أخذ أحد الاختصاصيين في علم أمراض الحيوان في الحديقة بعض العينات من الضفادع الميتة وفحصها بمجهر إلكتروني ماسح، فوجد متعضيا مجهريا غريبا على جلد تلك الحيوانات، والذي عرَّفه على أنه فطر ينتسب إلى مجموعة معروفة تدعى تشيتريد Chytrids.

يُوجد فطر التشيتريد في كل الأماكن تقريبا، فهو يمكن أن يُوجد على قمم الأشجار، وكذلك عميقا تحت الأرض. لكن هذا النوع بالذات لم يُشاهد قط من قبل، وبالفعل كان من غير المعتاد لدرجة أنه جرى وضعه في جنس مستقل خاص به، أطلق عليه باتراتشوتشيتريوم ديندروباتيديس Batrachochytrium Dendrobatidis، وكلمة Batrachos تعني باليونانية «ضفدع»، أو اختصارا Bd.

أرسل الاختصاصي في علم أمراض الحيوان عينات من الضفادع المصابة بحديقة الحيوان القومية إلى عالِم فطريات بجامعة مين Maine. أقام عالم الفطريات مزرعة

لهذا الفطر، ثم أرسل بعض العينات منه ثانية إلى واشنطن. وعندما تعرضت ضفادع السهم السام الزرقاء السليمة لعينة الفطر التي رُبيت في المختبر فإنها مرضت وماتت خلال ثلاثة أسابيع. بينت الأبحاث التي أُجريت بعد ذلك أن فطر Bd قد تداخل مع مقدرة الضفادع على الحصول على الإلكتروليتات Electrolytes اللازمة من خلال الجلد. تسبب ذلك، في الواقع، في إصابتها بأزمة قلبية.

قد يكون من الأفضل وصف مركز «إيفاك» بأنه عمل قيد الإنجاز. وخلال الأسبوع الذي أمضيته في المركز كان هناك فريق أمريكي متطوع يساعد في إقامة المعرض. وحيث إن المعرض كان سيفتح أبوابه للزوار، وذلك لأغراض أمنية حيوية، كان لا بد من عزل المكان وتجهيزه بمدخل منفصل. كانت هناك كوات في الجدران وضعت فيها أحواض زجاجية، ورسم أحد المتطوعين حول الكوات مناظر للجبال تشبه تماما كما لو أنك خطوت إلى الخارج لترى منظر التلال. وأهم ما في المعرض أحواض كبيرة مملوءة بالضفادع البنمية الذهبية، وقد حاول المتطوعون تشييد شلال مياه إسمنتي يبلغ ارتفاعه ثلاث أقدام من أجل الضفادع. لكن كانت هناك مشكلات في نظام الضخ، وصعوبات في الحصول على قطع الغيار في وادٍ ليست به محال لبيع قطع الغيار. وبدا أن المتطوعين يقضون وقتا كبيرا في التسكع والانتظار.

أمضيت كثيرا من الوقت في التسكع معهم. كان كل المتطوعين، مثل غريفيث، من محبي الضفادع. وكما علمت فإن العديد منهم كانوا من حراس حدائق الحيوانات الذين يتعاملون مع البرمائيات في الولايات المتحدة (أخبرني أحدهم أن الضفادع كانت سببا في فشل زواجه). أسرني هذا الفريق بتفانيه الذي كان يضاهي ذلك النوع من الإخلاص الذي أوصل الضفادع إلى «فندق الضفادع»، والذي أدى إلى إنشاء مركز إيفاك، وجعله يعمل حتى لو أنه لم يكتمل بناؤه. لكنني لم أستطع مقاومة الشعور بأن هناك ما يدعو إلى الأسف الشديد، بخصوص التلال الخضراء المرسومة وشلالات المياه الكاذبة.

في ظل شبه انعدام لوجود ضفادع في غابات مدينة إلفالي تبين أن إحضار الحيوانات إلى مركز إيفاك كان أمرا صائبا. غير أنه كلما طال وجود الضفادع بالمركز ازدادت صعوبة تفسير ما تفعله هناك. وقد اتضح أن فطر التشيتريد لا يحتاج إلى برمائيات ليظل على قيد الحياة. ويعني ذلك أنه بعد القضاء على كل

الحيوانات في منطقة ما، فإنه سيستمر في العيش ويستمر في ممارسة ما يفعله في حياته. وهكذا لو أنه سمح للضفادع الذهبية في المركز بأن تعود ثانية إلى التلال البرية حول مدينة إلفالي، فإنها كانت ستمرض وتنهار (ومع أنه من الممكن تدمير الفطر بمحلول مبيض، فمن الواضح أنه من المستحيل استخدام هذا المبيّض لتعقيم كل الغابة). أخبرني كل من تحدثت إليه من المركز أن الهدف هو الحفاظ على الحيوانات إلى أن يصبح من الممكن إطلاقها لتعود إلى الغابة، وأقروا كلهم بأنه من الصعب تصور أن يحدث ذلك فعليا.

وقد أخبرني بول كرامب Paul Crump، عالم الزواحف والبرمائيات بحديقة حيوانات هيوستون، والذي كان يدير مشروع شلالات المياه المتوقف: «ليس علينا إلا أن نأمل أن تعود الأمور إلى نصابها، وأن شيئا ما سيحدث، وأننا سنكون قادرين على رأب الصدع، وأن يعود الوضع كما كان في الماضي، وهو الأمر الذي يمكن أن أقول بصوت عال إنه نوع من الغباء».

قال غريفيث Griffith: «المهم هو أن نكون قادرين على إعادة الضفادع إلى مكانها الأصلي، وهو الأمر الذي أرى أنه يصبح - مع كل يوم يمر - أقرب إلى الخيال».

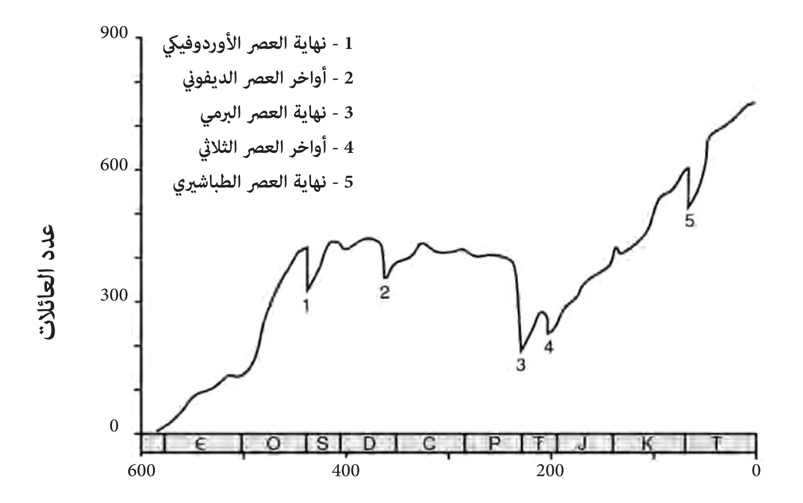
وبعد اكتساح فطر التشيتريد مدينة إلفالي فإنه لم يتوقف وواصل التحرك شرقا. ووصل إلى بنما من الاتجاه المعاكس آتيا من كولومبيا. كما انتشر فطر Bd في هضاب أمريكا الجنوبية، ثم اتجه إلى السواحل الشرقية لأستراليا وعبر إلى نيوزيلندا وتسمانيا. واندفع سريعا عبر منطقة البحر الكاريبي، واكتُشف في إيطاليا وإسبانيا وسويسرا وفرنسا. ويبدو أنه قد ظهر منتشرا في عدة أماكن في الولايات المتحدة.

وهذا الانتشار لم يكن على هيئة أمواج بقدر ما كان على شكل سلسلة من التموجات الصغيرة. وعند هذه النقطة يبدو أنه في جميع الأحوال لا يمكن إيقاف هذا الدمار.

وبالطريقة نفسها التي يتحدث بها مهندسو الصوتيات عن «الضوضاء الطبيعية» background noise فإن البيولوجيين يتحدثون عن «الانقراض الطبيعي» background extinction، وفي الأزمنة العادية - والأزمنة هنا يفهم منها أنها تشير إلى حقب جيولوجية بأكملها - يحدث الانقراض بشكل نادر جدا، وذلك على نحو أكثر ندرة من نشوء الأنواع الجديدة، وهو يحدث وفق ما

يعرف بمعدل الانقراض الطبيعي background extinction rate. يختلف هذا المعدل بالنسبة إلى مجموعة من الكائنات عن مجموعة أخرى؛ وكثيرا ما يعبر عنه بمجموع الأنواع التي تنقرض كل مليون سنة. وحساب معدل الانقراض الطبيعي جهد شاق يتطلب تمشيط مجمل قواعد البيانات الخاصة بالحفريات. وبالنسبة إلى أفضل مجموعة دُرِست، وهي الثدييات، فقد جرى تقدير هذا المعدل بنحو 0.25 في المليون نوع/ سنة[4]. ويعني هذا أنه حيث إن هناك نحو 5500 نوع من الثدييات موجودة اليوم، فإننا وفقا لمعدل الانقراض الطبيعي نتوقع - أيضا بشكل تقريبي - اختفاء نوع كل 700 سنة.

أما الانقراضات الجماعية فهي مختلفة؛ فبدلا من وجود ضوضاء في الخلفية يكون هناك ارتطام مدوٍّ يؤدي إلى ارتفاع معدلات الاختفاء. ويعرِّف أنتوني هالام Anthony Hallam، وبول ويغنول Paul Wignall، عالما الحفريات البريطانية، اللذان كتبا بشكل مستفيض عن الموضوع، الانقراضات الجماعية بأنها الأحداث



الشكل رقم (3): محور السينات: الزمن قبل الحاضر بملايين السنين

الانقراضات الخمسة الكبرى، كما تُرى في سجل الحفريات البحرية، ينتج عنها انخفاض حاد في التنوع على مستوى العائلة، وحتى لو نجا نوع واحد من عائلة ما، تحتسب العائلة ناجية من الخطر، ولذلك على مستوى النوع تعتبر الخسائر أكبر بكثير.

التي تقضي على «نسبة كبيرة من الكائنات الحية في فترة زمنية ضئيلة»[5]. ويصف خبير آخر، وهو دافيد جابلونسكي David Jablonski[6]، الانقراضات الجماعية بأنها «فقدان جوهري في التنوع الحيوي، يحدث بسرعة ويكون على مستوى عالمي». ويستخدم مايكل بنتون Michael Benton[7]، عالم الحفريات الذي درس الانقراض الذي وقع في نهاية العصر البرمي، استعارة شجرة الحياة حين يقول: «في أثناء الانقراض الجماعي تُقتطع أجزاء كبيرة من هذه الشجرة، كأنها تعرضت لهجوم من قبل مجانين معتوهين مسلحين بالفؤوس». حاول عالم حفريات خامس، وهو دافيد روب David Raup[8]، تناول الموضوع من وجهة نظر الضحايا حيث يقول: «يتسم خطر الانقراض الذي يهدد الأنواع بأنه متدنٍّ معظم الوقت»، لكن يضيف: «هذه الحالة من الأمان النسبي تتخللها فترات نادرة تكون فيها المخاطر مرتفعة بشكل كبير». وهكذا فإن تاريخ الحياة يتكون من «فترات طويلة من الملل الذي تتخلله بين الحين والآخر حالة من الذعر».

وفي أزمنة الهلع، قد تختفي مجموعات بأكملها من الكائنات التي كانت مهيمنة يوما ما، أو تهبط إلى أدوار ثانوية، تماما كأن الأرض قد غيرت أدوار الممثلين الموجودين عليها. وقد دفعت عمليات النفوق الجماعي هذه علماء الحفريات إلى التكهن بأنه في أثناء أحداث الانقراض الجماعي - بالإضافة إلى ما يُدعى بالخمسة الكبار، فقد وقع كثير من هذه الأحداث على نطاق أصغر - تُعلَّق القوانين المعتادة للبقاء؛ فالظروف تتغير إما بشكل عنيف جدا، وإما بشكل مفاجئ جدا (أو بشكل عنيف ومفاجئ جدا)، لدرجة أن تاريخ التطور يصبح قليل القيمة. بل قد يتبين أن السمات نفسها التي كانت مفيدة للغاية في التعامل مع التهديدات العادية قد تصبح مميتة في ظل مثل هذه الظروف غير العادية.

لم تُجرَ حسابات دقيقة جدا لمعدل الانقراض الطبيعي للبرمائيات، وذلك يعود جزئيا إلى أن حفريات البرمائيات نادرة بشكل كبير. ولكن من شبه المؤكد أن هذا المعدل أقل مما هو عليه بالنسبة إلى الثدييات[9]. وتشير الاحتمالات إلى أن نوعا واحدا من البرمائيات قد ينقرض كل ألف عام، أو ما يقرب من ذلك. وقد يكون هذا النوع من أفريقيا أو آسيا أو أستراليا. بعبارة أخرى، فإن احتمال أن يشاهد شخص ما مثل هذا الحدث هو عمليا صفر. وقد لاحظ غريفيث – بالفعل - العديد من

انقراضات البرمائيات. وفي الأغلب فإن كل عالم زواحف وبرمائيات يعمل على أرض الميدان قد شاهد العديد من هذه الانقراضات (وحتى أنا، وقت أن كنت أجري بحوثا من أجل هذا الكتاب، صادفت نوعا انقرض بعد ذلك، بالإضافة إلى ثلاثة أو أربعة أنواع أخرى، مثل الضفدع البنمي الذهبي الذي أصبح منقرضا الآن في البرية)[10]. وقد كتب جوزيف مندلسون Joseph Mendelson، عالم الزواحف والبرمائيات في حديقة حيوانات أطلانطا: «فكرت في امتهان علم الزواحف والبرمائيات لاستمتاعي بالعمل مع الحيوانات. ولم أكن أتوقع أنه سيصبح مماثلا لعلم الحفريات».

واليوم، تتمتع البرمائيات بتميز غريب كونها الفصيل الأكثر تعرضا للمخاطر من الحيوانات؛ وتشير التقديرات إلى أن معدل انقراض هذه المجموعة قد يكون أعلى من المعدل الطبيعي بنحو 45 ألف ضعف[11]. لكن هناك معدلات انقراض لكثير من المجموعات الأخرى تقترب من مستويات البرمائيات. ويقدر أن ثلث المرجان الباني للشعاب، وثلث كل رخويات المياه العذبة، وثلث أسماك القرش وأسماك الشفنين rays، وربع كل الثدييات، وخُمس كل الزواحف، وسُدس كل الطيور، تتجه جميعها إلى الاختفاء[12]. وتحدث عمليات النفوق في كل اتجاه: في جنوب الباسفيك، وفي شمال الأطلنطي، وفي القطب الشمالي، والساحل الأفريقي، وفي البحيرات، وعلى الجزر، وعلى قمم الجبال، وفي الوديان. وإذا كنت تعرف كيف تنظر، فمن المحتمل أن تجد إشارات إلى عملية انقراض تجري حاليا في فناء منزلك الخلفي.

ويبدو أن هناك كل أنواع الأسباب المتباينة التي تؤكد أن الأنواع في طريقها إلى الاختفاء. لكن بتتبع العملية - بما يكفي وبلا جدال - سيقودك ذلك إلى المتهم نفسه: «نوع واحد ضئيل الحجم».

وآفة Bd قادرة على التحرك بنفسها. يولد هذا الفطر أنواعا مجهرية لها ذيول طويلة ونحيفة، تندفع بنفسها عبر الماء، ويمكن أن تُحمل إلى مسافات بعيدة بواسطة التيار، أو مع جريان الماء بعد عاصفة ممطرة (على الأرجح أن هذا النوع من الانتشار هو الذي أنتج ما تجلى في بنما، على شكل جائحة متجهة نحو الشرق)، لكن هذا النوع من التنقل لا يمكنه تفسير ظهور الفطر في أماكن كثيرة وبعيدة في العالم - أمريكا الوسطى، وأمريكا الجنوبية، وأمريكا الشمالية، وأستراليا - وذلك في وقت واحد تقريبا. تقول إحدى النظريات إن Bd قد انتقل حول العالم مع شحنات

الضفادع ذات المخالب الأفريقية التي كانت تستخدم في خمسينيات وستينيات القرن العشرين في اختبارات الحمل (كانت أنثى الضفدع ذي المخالب، عندما تُحقن ببول امرأة حامل، تضع بيضها خلال ساعات قليلة). ويُظن أنه لا يبدو أن الضفادع ذات المخالب الأفريقية تتأثر سلبا بالفطر Bd، على الرغم من إصابتها به. وتقول نظرية ثانية إن الفطر انتشر بواسطة ضفادع الثور bull frogs الأمريكية الشمالية التي أُدخلت - أحيانا مصادفة وأحيانا أخرى عن قصد - إلى أوروبا وآسيا وأمريكا الجنوبية، والتي كثيرا ما يجري تصديرها للاستهلاك البشري، وضفادع الثورة الأمريكية الشمالية هي كذلك مصابة بفطر Bd؛ لكن يبدو أنها لا تتأثر به. أصبحت الفرضية الأولى معروفة باسم «خارج أفريقيا»، ويمكن أن نطلق على الفرضية الثانية اسم «حساء ساق الضفدع».

في كلتا الحالتين، أسباب المرض واحدة. لو لم ينقلها شخص ما على متن سفينة أو طائرة، لكان من المستحيل على الضفدع الحامل لـ Bd أن ينتقل من أفريقيا إلى أستراليا، أو من أمريكا الشمالية إلى أوروبا. وهذا النوع من التوزيع والخلط بين القارات، والذي نراه اليوم شيئا عاديا، ربما لم يسبق له مثيل خلال المليارات الثلاثة ونصف المليار سنة من تاريخ الحياة.

وحتى، وعلى الرغم من أن Bd قد اكتسحت معظم بنما الآن، مازال غريفيث يحاول البحث عن ناجين لجمعها لمركز «إيفاك». رتبت زيارتي إلى المركز لتتزامن مع إحدى هذه الرحلات الخاصة بالجمع، وفي إحدى الأمسيات انطلقت برفقته ورفقة اثنين من المتطوعين الأمريكيين الذين كانوا يعملون على شلال المياه. اتجهنا شرقا عبر قناة بنما، وقضينا الليل في منطقة معروفة باسم سيرو أزول Cerro Azul، في بيت ضيافة محاط بسياج حديد ارتفاعه ثماني أقدام. وفي الفجر قدنا السيارة إلى مخفر حراسة أحراج عند مدخل متنزه تشاغريس القومي Chagres National Park. كان غريفيث يأمل أن يجد إناثا لنوعين من الأنواع الناقصة في المركز. أخرج غريفيث تصريحا حكوميا بجمع الضفادع وقدمه إلى المسؤولين الذين كانوا يغالبون النوم في المخفر. حامت بعض الكلاب ناقصة التغذية حول الشاحنة.

وبعد محطة الحراسة تحول الطريق إلى سلسلة من الحفر التي تتصل ببعضها بأخاديد عميقة. وضع غريفيث قرصا مدمجا لجيمي هندريكس في مكانه بالشاحنة،

وبدأنا نتواثب مع نغمات الأغنية. يتطلب جمع الضفادع كثيرا من المعدات، ولذلك وظَّف غريفيث رجلين ليساعدا في حملها. وفي آخر مجموعة من المنازل في قرية صغيرة من لوس أنغلوس حصل على هذين الرجلين وسط الضباب. أخذنا نرتج مع الشاحنة إلى أن أصبح سيرها غير ممكن؛ حينذاك خرجنا جميعا منها وبدأنا في السير.

كان الطريق يلتف عبر الغابة المطيرة، وسط طبقة سميكة من الطين الأحمر. وبعد كل بضع مئات من الياردات يتقاطع المسار الرئيسي مع طريق أضيق منه؛ كانت هذه المسارات مصنوعة بواسطة النمل «القاطع لأوراق الشجر» Leaf-Cutter Ants الذي يقوم بملايين - وربما بمليارات - الرحلات لنقل فتات الخضرة إلى مستعمراته (والمستعمرات التي تبدو كأنها جبال من نشارة الخشب، يمكن أن تملأ مساحة في حجم منتزه في مدينة). نبهني أحد الأمريكيين، واسمه كريس بيدنارسكي Chris Bednarski، وهو من حديقة حيوان هيوستون، إلى ضرورة تجنب جيوش النمل التي ستترك فكوكها مغروسة في ساقك حتى بعد أن تموت. وقال «إنها ستلحق بك الأذى». كان الأمريكي الآخر جون تشاستين John Chastain، وهو من حديقة حيوان توليدو، يحمل خطافا طويلا ليستخدمه ضد الثعابين السامة، وقد قال لي بيدنارسكي: «لحسن الحظ الثعابين التي يمكن أن تؤذيك بالفعل نادرة تماما». كانت القردة الأمريكية النابحة تصيح من بعد. أشار غريفيث إلى آثار النمر الأمريكي المرقط (jaguar) على الأرض اللينة.

وبعد نحو ساعة وصلنا إلى مزرعة أقامها شخص ما بين الأشجار. كان هناك بعض أعواد الذرة الهزيلة تنمو، لكن لم يكن أحد بجوارها، وكان من الصعب القول ما إذا كان المزارع قد يئس من تربة الغابة الضعيفة، أو أنه كان في مكان ما في ذلك اليوم. اندفع سرب من الببغاوات الزمردية الخضراء عبر الهواء. وبعد عدة ساعات أخرى، وصلنا إلى مساحة خالية. رفرفت فراشة «مورفو» morpho بأجنحتها الزرقاء مثل لون السماء. كانت هناك حجرة صغيرة في الموقع، لكنها كانت مهشمة لدرجة أننا فضّلنا النوم في العراء. ساعدني غريفيث في بناء سريري الذي كان يجمع بين خيمة وأرجوحة شبكية معلقة بين شجرتين. كانت هناك فتحة من الأسفل كمدخل للأرجوحة، وكان الجزء العلوي للحماية من الأمطار التي لا يمكن تفاديها. وعندما تسلقت إلى داخلها شعرت كأنني أرقد في تابوت.

جهز غريفيث، في ذلك المساء، وجبة من الأرز على موقد غازي متنقل. ثم علقنا المصابيح وتوجهنا تجاه جدول قريب. تنشط كثير من البرمائيات ليلا، والطريقة الوحيدة لرؤيتها هي البحث عنها في الظلام، وهو أمر صعب للغاية. كنت أنزلق دائما منتهكة بذلك القاعدة الأولى للأمن في الغابات المطيرة، والتي تقول: لا تقبض على أي شيء إلا إذا كنت تعرف ما هو. وبعد إحدى مرات سقوطي لفت بيدنارسكي نظري إلى وجود «رتيلاء» Trantula، وهي عنكبوت سام في حجم قبضة يدي كانت تجلس على الشجرة المجاورة.

يستطيع الصيادون المتمرسون العثور على الضفادع ليلا، بتسليط الضوء في الغابة والبحث عن التوهج المنعكس في عيون الضفادع. كان أول برمائي رصده غريفيث - بهذه الطريقة - ضفدعا من نوع «سان جوزيه كوتشران» San Jose Cochran، يجثم على ورقة شجر. والضفادع من هذا النوع جزء من عائلة أكبر تدعى «الضفادع الزجاجية» Glass Frogs، والتي سميت كذلك لأن جلدها الشفاف يبين تفاصيل أعضائها الداخلية. كانت هذه الضفدعة الزجاجية بالتحديد خضراء، وبها نقاط صفراء دقيقة. أخرج غريفيث زوجا من القفازات الجراحية من حقيبته. وقف ساكنا تماما، ثم وبحركة على طريقة مالك الحزين اندفع لالتقاط الضفدعة. وبواسطة اليد الأخرى تناول قشة دقيقة بطرفها قطعة قطن ومسح بها بطن الضفدعة. ثم وضعها في وعاء صغير من البلاستيك - ليرسله فيما بعد إلى المختبر للتحليل بحثا عن الفطر Bd - وحيث إنها لم تكن من النوع الذي كان يبحث عنه، ترك الضفدعة ثانية على ورقة الشجر. ثم أخرج آلة التصوير، وحدقت الضفدعة في العدسة بلا مبالاة.

واصلنا تلمس طريقنا في الظلام. رصد أحدهم واحدا من ضفادع «لا لوما السلّابة» La Loma robber Frogs ذات اللون ألأحمر البرتقالي، مثل أرضية الغابة، كما رصد شخص آخر ضفدعا من نوع «وارزويتسش» Warzewitsch ذات اللون الأخضر الناصع، وتشبه في الشكل ورقة الشجر. ومع كل حيوان، يقوم غريفيث بالروتين نفسه: يلتقط الحيوان، ويأخذ عينة من بطنه ثم يصوره. وفي النهاية صادفنا زوجا من ضفادع بنما السلّابة في وضع عناق، وهو وضع ممارسة الجنس عند البرمائيات. تركهما غريفيث وشأنهما.

وأحد البرمائيات الذي كان غريفيث يأمل الإمساك به هو الضفدع الجرابي ذو القرون الذي يتمتع بصوت مميز يشبه صوت زجاجة الشمبانيا عند فتحها. وبينما كنا نواصل السير وجدنا أننا نسير في وسط مجرى أحد الجداول، سمعنا ذلك الصوت الذي بدا كأنه ينبعث من عدة اتجاهات في الوقت نفسه. في أول الأمر بدا كأنه قريب جدا، لكن عندما اقتربنا بدا كأنه أصبح يبتعد. بدأ غريفيث يقلد هذا الصوت مصدرا بشفتيه صوت نزع السدادة الفلينية من زجاجة. وفي النهاية قرر غريفيث أن نخيف الضفادع بصوت خوضنا في الماء. واصل غريفيث الخوض في الماء بينما مكثنا نحن لفترة طويلة يصل فيها الماء حتى ركبتينا محاولين ألا نتحرك. وعندما أومأ إلينا غريفيث في النهاية بالتقدم، وجدناه واقفا أمام ضفدع أصفر كبير ذي أصابع أقدام طويلة، ووجه يشبه وجه البومة. كان يجلس على طرف أحد فروع الأشجار فوق مستوى العين تماما. كان غريفيث يبحث عن أنثى ضفدع من النوع الجرابي ذي القرون؛ لإضافتها إلى مجموعة مركز «إيفاك». حرك غريفيث ذراعه بسرعة، وقبض على الضفدع ثم قلبه. وبينما تملك أنثى الضفادع الجرابية ذات القرون جرابا، لم يكن هذا الضفدع يمتلك ذلك. أخذ غريفيث عينة منه، ثم التقط له صورة وأعاده إلى الشجرة. قال غريفيث للضفدع: «إنك صبي جميل».

وقرب منتصف الليل عدنا إلى المخيم. والحيوانات الوحيدة التي قرر غريفيث إحضارها معه كانت عبارة عن ضفدعين سامين صغيرين من ذوات البطن الأزرق، وسلمندر يميل إلى اللون الأبيض، حيث لم يستطع غريفيث، أو الشخصان الأمريكيان أن يميزا نوعه. ثم وضع الضفدعين والسلمندر في أكياس من البلاستيك، مع بعض أوراق الشجر للحفاظ على الرطوبة. وقد خطر لي أن الضفادع وذريتها، إن كانت هناك ذرية، وذرية ذريتها، إن كان لديها أحفاد، لن تطأ أرض الغابة المطيرة مرة أخرى، وستعيش بقية أيامها في أحواض زجاجية معقمة. أمطرت تلك الليلة بغزارة، وفي أرجوحتي الشبكية التي تشبه الكفن حلمت أحلاما مزعجة ومتنوعة، والمشهد الوحيد الذي استطعت أن أتذكره لاحقا يتعلق بضفدع أصفر فاقع يدخن سيجارة بواسطة مبسم!

2

أضراس الماستودون(*)

الماموث الأمريكي
Mammut americanum

قد يكون الانقراض أول فكرة علمية يتعين على الأطفال التعامل معها؛ فالأطفال في عمر سنة واحدة نقدم لهم دمى على شكل ديناصورات، وفي عمر سنتين يفهمون، ولو بشكل ضبابي على الأقل، أن هذه المخلوقات البلاستيكية الصغيرة تمثل حيوانات كبيرة جدا. وسواء كانوا سريعي التعلم - أو بطيئين في التدريب على الذهاب إلى المرحاض بأنفسهم - أو كانوا لايزالون يضعون الحفاضات، فإنهم يستطيعون تفسير أنه كان هناك - في وقت ما - كثير من أنواع الديناصورات، وأنها قد ماتت جميعها منذ زمن بعيد (اعتاد أبنائي عندما كانوا

«اختفى الماستودون الأمريكي منذ نحو ١٣ ألف سنة، وكان فناؤه جزءا من موجة اختفاءات أصبحت تُعرف بانقراض الحيوانات الضخمة»

(*) حيوان بائد شبيه بالفيل. [المترجمان].

صغارا أن يقضوا ساعات مع مجموعة من الديناصورات كان يمكن ترتيبها على مفرش بلاستيكي توجد عليه صورة غابة من العصر الجوراسي أو الطباشيري. كان المشهد يمثل بركانا يقذف بالحمم، وكان عندما تضغط عليه، يصدر صيحة مرعبة ومثيرة). المقصود من كل ذلك هو القول إن الانقراض يبدو لنا كأنه فكرة واضحة. لكنه ليس كذلك؟

وضع أرسطو كتاب «تاريخ الحيوانات» (History of Animals) من عشرة أجزاء، من دون أن يأخذ في الاعتبار إمكان أن يكون للحيوانات تاريخ. ويحتوي كتاب «التاريخ الطبيعي» (Natural History) لبليني Pliny وصفا للحيوانات الحقيقية، ووصفا للحيوانات الخرافية، لكنه لم يحتوِ على وصف للحيوانات المنقرضة. لم تظهر الفكرة في أثناء العصور الوسطى، أو في عصر النهضة، عندما كانت كلمة «حفرية» Fossil تُستخدم للإشارة إلى أي شيء يستخرج من تحت الأرض (من هنا جاء مصطلح «الوقود الحفري»). وفي عصر التنوير كانت وجهة النظر السائدة هي أن كل نوع عبارة عن حلقة ضمن «سلسلة الوجود» (Chain of being) العظيمة وغير القابلة للانكسار. وقد عبر ألكسندر بوب Alexander Pope عن ذلك في قصيدته «مقالة عن الإنسان» (Essay on Man):

الجميع ليسوا سوى أجزاء من كلٍّ واحد عظيم

الطبيعة جسده، والله روحه

عندما قدم كارل لينوس نظام التسمية المزدوج، لم يميز بين الحي والميت؛ لأن ذلك - من وجهة نظره - لم يكن مطلوبا. تورد الطبعة العاشرة من كتابه «نظام الطبيعة» (Systema Naturae) والمنشور في العام 1758، ثلاثة وستين نوعا من الخنافس السوداء، وأربعة وثلاثين نوعا من الحلزون المخروطي، وستة عشر نوعا من الأسماك المفلطحة. غير أنه في هذا الكتاب يوجد نوع واحد في الواقع من الحيوانات، وهي الحيوانات الموجودة على قيد الحياة.

صمدت وجهة النظر تلك على الرغم من وجود كمية هائلة من الأدلة المعاكسة. امتلأت «حجرات العجائب» Cabinets of Curiosities في لندن وباريس وبرلين بآثار المخلوقات الغريبة التي لم يرها أحد قط، مثل بقايا حيوانات تُعرف الآن

على أنها «ثلاثيات الفصوص» (trilobites)، و«السهميات» أو «البلمنيتات»(*) belemnites و«الأمونيتات»(**) ammonites.

وكانت العينات المتوافرة من النوع الأخير كبيرة جدا، لدرجة أن أصدافه المتحجرة كانت في حجم عجلة عربة. في القرن الثامن عشر أخذت عظام الماموث تصل إلى أوروبا بكثرة آتية من سيبيريا. وقد أُقحمت أيضا ضمن النظام. بدت العظام كأنها عظام أفيال. وحيث إنه من الواضح أنه ليست هناك أفيال في روسيا المعاصرة فلا بد أنها تمُت بصلة إلى وحوش انجرفت شمالا في أثناء فيضان سفر التكوين.

وأخيرا ظهر الانقراض بوصفه مفهوما، وربما لم يكن ذلك من قبيل المصادفة، في فرنسا إبان الثورة. وإلى حد كبير كان الفضل في ذلك يعود إلى حيوان واحد، يسمى هذا المخلوق الآن بـ «الماستودون الأمريكي» أو «الماموث الأمريكي» Mammut americanum، وإلى رجل واحد، هو العالم الطبيعي، جين ليوبولد نيكولاس - فريدريك كوفييه Jean-Leopold-Nicolas-Frederic Cuvier، الذي بات يعرف بعد موت شقيقه باسم جورج فقط، ويُعتبر كوفييه شخصية مبهمة في تاريخ العلوم؛ فهو من ناحية سبق معاصريه بمسافات شاسعة، ولكنه من ناحية أخرى أعاق تقدم العديد منهم، حيث كان يمكن أن يكون شخصا جذابا وشريرا في آن معا، وكان صاحب رؤية، وفي الوقت نفسه رجعيا. وبحلول منتصف القرن التاسع عشر جرى تفنيد كثير من أفكاره، بيد أن الاكتشافات الأحدث أصبحت تميل إلى دعم نظرياته التي تعرضت للذم بشكل كبير، وبذا أصبحت رؤية كوفييه المأساوية في الأساس لتاريخ الأرض سابقة لزمانها.

وغير واضح بالضبط متى عثر الأوروبيون على عظام الماستودون الأمريكي. اكتُشف ضرس منفرد في أعالي ولاية نيويورك وأُرسل إلى لندن في العام 1705؛ ووُضع عليه ملصق كُتب عليه «ضرس مخلوق عملاق». وكانت أول عظام ماستودون أُخضعت لما يمكن أن يطلق عليه، للمفارقة التاريخية[1]، دراسة علمية، قد اكتُشفت في العام 1739. وفي العام نفسه كان تشارلز موين Charles le Moyne، وهو الشخص الثاني الذي حصل على لقب بارون دي لونغيويل Longueuil، مسافرا في نهر أوهايو مع

(*) رتبة منقرضة من الرخويات (الأخطبوطية). [المترجمان].

(**) مجموعة منقرضة من الرخويات البحرية. [المترجمان].

أربعمائة من الجنود، بعضهم فرنسيون مثله، والأغلبية الأخرى من «الألغونكويين» Algonquians و«الإيراكويين»(*) Iroquois. كانت الرحلة شاقة، وكان هناك نقص في الإمدادات. ويتذكر أحد الجنود الفرنسيين الذي فقد إحدى قدميه فيما بعد، أنهم اضطروا إلى العيش في بعض الأحيان على ثمار البلوط فقط[2]. وفي إحدى المرات، ربما كان ذلك في فصل الخريف، شيد لونغيويل مع جنوده معسكرا على الضفة الشرقية لنهر أوهايو، غير بعيد عما هو معروف الآن بمدينة سنسناتي. تأهب العديد من الأمريكيين الأصليين للتوجه إلى الصيد. وعلى بعد أميال قليلة وصلوا إلى مستنقع تصدر منه رائحة كبريتية. كانت آثار الجاموس تفضي إلى المستنقع من جميع الاتجاهات. وكانت هناك مئات - وربما آلاف - من العظام الهائلة التي تبرز من وسط الروث مثل صواري سفن محطمة. عاد الرجال إلى المعسكر حاملين عظمة فخذ طولها ثلاث أقدام ونصف القدم، ونابا هائلا، وعدة أسنان ضخمة. كانت للأسنان جذور في ضخامة يد الإنسان، وتزن كل واحدة منها عشرة أرطال.

شغلت تلك العظام لونغيويل، الأمر الذي جعله يعطي تعليمات لجنوده بأخذ العظام بعد فض المعسكر. واندفع الرجال وسط البر حاملين معهم الناب الضخم وعظمة الفخذ والضروس. وصل الجنود في النهاية إلى نهر المسيسيبي، حيث التقوا بفرقة أخرى من الجنود الفرنسيين. وعلى مدى الأشهر العديدة التالية توفي كثير من رجال لونغيويل بسبب المرض، وانتهت الحملة التي جاءوا لشنها ضد «قبيلة تشيكاسو» Chickasaw بالمهانة والهزيمة. ومع ذلك احتفظ لونغيويل بالعظام الغريبة في مكان آمن. اتجه بعد ذلك إلى نيو أورليانز، ومن هناك شحن الناب والسن وعظمة الفخذ الضخمة إلى فرنسا. عرض كل ذلك على لويس الخامس عشر الذي أمر بوضعها في متحفه، حجرة الملك Cabinet du Roi. وبعد عقود كانت خرائط وادي نهر أوهايو لاتزال خالية إلى حد كبير، ما عدا Endroit ou on a trouve des os d’Elephant - «المكان الذي اكتُشفت فيه عظام الفيل» (واليوم وفي «المكان الذي اكتُشفت فيه عظام الفيل» هناك منتزه يتبع الولاية في كنتاكي يعرف باسم «لعقة العظام الكبيرة» (Big Bone Lick).

(*) قبائل هندية من أمريكا الشمالية. [المترجمان].

أربكت عظام لونغيويل كل من فحصها. بدت عظمتا الفخذ والناب كأنهما تنتميان إلى فيل أو إلى حيوان ماموث؛ إذ لم يكن هناك فرقٌ بينهما وفقا لعلم التصنيف الذي كان سائدا في ذلك الوقت. لكن أسنان هذا الحيوان كانت تشكل لغزا محيرا؛ فقد كانت عصية على التصنيف؛ فأسنان الفيل (وكذلك أسنان الماموث) مسطحة من أعلى وبها بروزات رقيقة تمتد من جانب إلى آخر، وهو ما يجعل سطح المضغ أشبه بنعل حذاء الجري، أما أسنان الماستودون فهي مستدقة الأطراف، وهي في الواقع تشبه أسنان إنسان ضخم. وكان أول عالم طبيعي، وهو جان إيتيان غيتارد Jean-Etienne Guettard، درس إحدى تلك الأسنان، قد رفض أن يتكهن بمصدرها.

وقد تساءل بنبرة حزينة، في ورقة قدمها إلى الأكاديمية الملكية للعلوم في العام 1752: «من أي الحيوانات جاءت تلك الأسنان؟»[3].

وفي العام 1762 حاول أمين حجرة الملك، لويس - جان ماري دوبنتون Louis-Jean-Marie Daubenton، حل لغز الأسنان الغريبة بأن أعلن أن «حيوان أوهايو المجهول» ليس حيوانا على الإطلاق، بل حيوانان، فالأنياب وعظام الساق تعود إلى الفيلة؛ بينما الأضراس من مخلوق آخر مختلف تماما. وقرر أنه، من المحتمل، أن يكون هذا المخلوق الآخر هو فرس النهر.

وفي ذلك الوقت نفسه أُرسلت شحنة ثانية من عظام الماستودون إلى أوروبا، هذه المرة إلى لندن. كانت تلك البقايا، وهي أيضا من متنزه من «بيغ بون ليك»، محيرة بالشكل نفسه؛ فالعظام والأنياب تشبه تلك الخاصة بالفيل، بينما كانت الأضراس مغطاة بعقد كثيرة. وجد وليم هانتر William Hunter، كبير الأطباء الخاصين بالملكة، أن تفسير دوبنتون لهذا التناقض منقوص. وقدم تفسيرا آخر، وهو أول تفسير شبه دقيق.

واقترح أن «الفيل الأمريكي المفترض كان حيوانا جديدا كلية، وهو ليس مألوفا لدى علماء التشريح». وقرر أنه من أكلة اللحوم، نظرا إلى أسنانه مخيفة الشكل. أطلق على ذلك الوحش اسم «الإنكوغنتيوم الأمريكي»(*) The American incognitum[4].

(*) كلمة إنكوغنتيوم incognitum لاتينية، وتعني شيئا أو مخلوقا مجهولا. [المحرر].

أضاف العالم الطبيعي الفرنسي الرائد جورج - لويس ليكترك، كونت دي بوفون Georges - Louis Leclerc, Comte de Buffon حلقة أخرى إلى النقاش. ودفع بأن البقايا، موضوع النقاش، لا تمثل حيوانا واحدا أو حيوانين بل ثلاثة حيوانات منفصلة: فيل وفرس نهر وثالث مجهول النوع. وبارتياب شديد، افترض بوفون أن النوع الأخير، وهو «أضخمها جميعا» يبدو أنه قد اختفى[5]. واقترح أنه النوع الوحيد من الحيوانات البرية التي حدث لها ذلك.

وفي العام 1781 انجرف توماس غيفرسون Thomas Jefferson إلى ذلك الجدل؛ ففي كتابه الذي يحمل عنوان «مذكرات عن ولاية فرجينيا» (Notes on the State of Virginia)، والذي ألفه بعد تركه منصبه حاكما للولاية مباشرة، عرض غيفرسون تصوره لهذا الإنكوغنتيوم. وقد اتفقا مع بوفون على أن هذا الحيوان أكبر من كل الوحوش، حيث «يصل حجمه إلى خمسة أو ستة أضعاف الحجم التكعيبي للفيل» (يناقض ذلك النظرية التي كانت سائدة في أوروبا في ذلك الوقت، أن حيوانات العالم الجديد أصغر و«أضعف» من حيوانات العالم القديم). كما اتفق غيفرسون مع هانتر على أن هذا الحيوان من المحتمل أن يكون من أكلة اللحوم. لكنه لايزال موجودا في مكان ما؛ فإذا لم يكن في الإمكان العثور عليه في فرجينيا، فهذا يعني أنه كان يجوب تلك الأجزاء من القارة التي «مازالت في حالتها الأصلية، لم تستكشف ولم تمس». وعندما أصبح رئيسا أرسل مريويذر لويس Meriwather Lewis ووليم كلارك William Clark إلى الشمال الغربي، آملا أن يعودا وقد عثرا على هذا الحيوان المجهول حيا يتجول في غابات تلك المنطقة.

وكتب: «هكذا هو اقتصاد الطبيعة، حيث لا يمكن الإتيان بأي مثال عن أنها سمحت بانقراض أي سلالة من حيواناتها، أو أنها أدخلت في عملها العظيم حلقة ضعيفة إلى درجة الانكسار».

وصل كوفييه إلى باريس في أوائل العام 1795، بعد أن وصلت بقايا الحيوانات من وادي أوهايو إلى المدينة بنصف قرن. كان عمره خمسة وعشرين عاما، يمتلك عينين رماديتين واسعتين وأنفا بارزا، وتمتع بطباع شبهها أحد الأصدقاء بالجزء الخارجي للأرض[6]، فهو هادئ بشكل عام لكنه قادر - في بعض الأحيان - على إحداث هزات واضطرابات عنيفة. نشأ كوفييه في مدينة صغيرة على حدود سويسرا

ولم يكن لديه سوى القليل من المعارف في العاصمة، ومع ذلك استطاع أن يؤمِّن لنفسه منصبا مرموقا بفضل زوال النظام الفرنسي القديم من جهة، واعتداده الكبير بنفسه من جهة أخرى. ووصفه أحد رفاقه القدامى - فيما بعد - بأنه ظهر فجأة في باريس «مثل الفطر»[7].

كان عمل كوفييه في متحف باريس للتاريخ الطبيعي - الخليفة الديموقراطي لمتحف حجرة الملك - يتمثل رسميا في التدريس؛ لكنه كان يذهب في أوقات فراغه للتنقيب في مجموعة المتحف. أمضى كوفييه ساعات طويلة في دراسة العظام التي كان قد أرسلها لونغيويل إلى لويس الخامس عشر، ومقارنتها بعينات أخرى. وفي 4 أبريل 1796 - أو وفقا للتقييم الثوري المستخدم في ذلك الوقت، 15 جرمينال من العام IV - عرض نتائج بحثه في محاضرة عامة.

بدأ كوفييه محاضراته بمناقشة حول الفيلة. عرف الأوروبيون منذ وقت طويل أن هناك فيلة في أفريقيا كانت تعتبر خطرة، وأن هناك فيلة تقطن آسيا يقال إنها أكثر وداعة. مع ذلك، كان ينظر إلى الفيلة على أنها مجرد فيلة، مثلما ينظر إلى الكلاب على أنها مجرد كلاب، بعضها لطيف وبعضها الآخر عنيف. وبناء على فحصه لبقايا الفيلة الموجودة في المتحف[8]، من بينها جمجمة من سريلانكا محفوظة جيدا، وأخرى من رأس الرجاء الصالح، أدرك كوفييه - وهو طبعا على صواب - أنهما تعودان إلى نوعين منفصلين.

أعلن كوفييه: «من الواضح أن فيل سريلانكا يختلف عن فيل أفريقيا أكثر من اختلاف الحصان عن الحمار، أو الماعز عن الخروف». ومن بين الخصائص الكثيرة المميزة للحيوانات أسنانها؛ ففيل سريلانكا له أضراس ذات أخاديد متموجة على سطحها «مثل الشرائط المزينة»، في حين أن فيل رأس الرجاء الصالح كانت له أسنان ذات أخاديد مرتبة على شكل معين. وعند النظر إلى الحيوانات الحية لا يظهر هذا الاختلاف، فمن يملك الجرأة للانحناء والنظر في حلق الفيل؟ وأعلن كوفييه: «يرجع الفضل إلى علم التشريح وحده في هذا الاكتشاف المثير في مجال علم الحيوان»[9].

وبعد أن شطر كوفييه الفيل إلى نصفين بنجاح، واصل تشريحه. توصل كوفييه، بعد «دراسة دقيقة» للأدلة، إلى أن النظرية المقبولة عن أن العظام الضخمة جاءت من روسيا كانت خاطئة. فالأسنان والفكوك التي مصدرها سيبيريا «لا تماثل بالضبط

أسنان وفك الفيل»؛ فهي تنتمي إلى نوع مختلف تماما، وفيما يخص أسنان حيوان أوهايو، فإن نظرة واحدة كانت «كافية لنرى أنه كان أكثر اختلافا».

تساءل كوفييه: «ما الذي جرى لهذين الحيوانين الضخمين اللذين لا يجد الإنسان عنهما أي أثر حي؟»، والسؤال بالصيغة التي طرحها كوفييه كان يجيب عن نفسه. كانا نوعين مفقودين. وكان كوفييه قد رفع عدد الفقاريات المنقرضة إلى الضعف من «احتمال» واحد إلى اثنين. كان لايزال في بداية الطريق.

تلقى كوفييه - قبل أشهر قليلة من ذلك - رسومات أولية لهيكل عظمي جرى اكتُشِف على ضفاف نهر لوخان Rio Lujan الذي يقع غرب بوينس آيريس. وقد شُحن هذا الهيكل الذي يبلغ طوله 12 قدما وارتفاعه 6 أقدام إلى مدريد، حيث أعيد تجميعه بمنتهى العناية، وبناء على الرسومات الأولية، تمكن كوفييه من تحديد هويه صاحب الهيكل، وكان على صواب مرة ثانية، على أنه نوع من الحيوان الكسلان العملاق. أطلق عليه اسم ميغاثيريوم Megatherium، ويعني «الوحش العملاق». وعلى الرغم من أنه لم يسافر قط إلى الأرجنتين، أو إلى أي مكان آخر أبعد من ألمانيا، كان كوفييه مقتنعا بأنه لن يُعثر على الميغاثيريوم وهو يتسكع على ضفاف أنهار أمريكا الجنوبية، لقد اختفى هو كذلك. ينطبق الشيء نفسه على الحيوان الذي يدعى ماستريخت Maastricht، والذي عُثِر على بقاياه - وهي عبارة عن فك ضخم مدبب ومرصع بأسنان مثل أسنان سمك القرش - في محجر هولندي. وكانت حفرية الماستريخت قد جرى الاستيلاء عليها أخيرا من قبل الفرنسيين الذين احتلوا هولندا في 1795.

أعلن كوفييه أنه إذا كانت هناك أربعة أنواع منقرضة فلا بد من أن تكون هناك أنواع أخرى أيضا. كان هذا الاقتراح جريئا بالنظر إلى الأدلة المتاحة. وبناء على بضع عظمات متناثرة، توصل كوفييه إلى طريقة جديدة كليا في النظر إلى الحياة. هناك أنواع انقرضت، وهذه لم تكن ظاهرة منفردة، بل كانت واسعة الانتشار.

وقال كوفييه: «يبدو لي أن كل هذه الحقائق المنسجمة فيما بينها، وغير المتعارضة مع أي تقرير، تثبت وجود عالم سابق لعالمنا». ثم أضاف: «لكن كيف كانت تلك الأرض البدائية؟ وأي ثورة كانت قادرة على محوها؟».

ومنذ أيام كوفييه نما متحف التاريخ الطبيعي وتحول إلى مؤسسة مترامية الأطراف توجد لها مقار في كل أنحاء فرنسا. ومع ذلك، ظل مبناه الرئيسي يحتل الحدائق الملكية القديمة في الحي الخامس بباريس.

لم يعمل كوفييه في المتحف فقط؛ بل كان أيضا، خلال معظم حياته كرجل بالغ، يعيش على أرض تابعة لذلك المتحف في منزل كبير مطلي بالجص جرى تحويله لاحقا إلى غرف مكاتب. ويوجد بجوار المنزل الآن مطعم كبير ومعرض للحيوانات، حيث وُجدت في يوم زيارتي المكان بعض حيوانات الولب Wallabies(*) التي كانت تتشمس على الحشائش. ومقابل الحدائق توجد صالة كبيرة تحتضن مجموعة حفريات المتحف.

باسكال تاسي Pascal Tassy هو مدير في ذلك المتحف، ومتخصص في الخرطوميات Proboscideans، وهي المجموعة التي تتضمن الفيلة وأبناء عمومتها المنقرضة - كالماموث والماستودون والغامفوثيرات gomphotheres، وهذا على سبيل المثال لا الحصر. ذهبت لزيارته لأنه وعد بأن يصحبني لرؤية العظام نفسها التي تعامل معها كوفييه. وجدت تاسي في مكتبه ذي الضوء الخافت الموجود في السرداب الكائن تحت صالة الحفريات، حيث كان جالسا وسط مجموعة من الجماجم القديمة التي كانت أعدادها تعادل ما يحتويه مستودع للجثث. كانت جدران المكتب مزينة بأغلفة من كتب تان تان TinTin الهزلية. أخبرني تاسي أنه قرر أن يصبح متخصصا في الحفريات عندما كان في السابعة من عمره، وذلك بعد قراءة إحدى مغامرات تان تان التي تتحدث عن عملية حفر استكشافية.

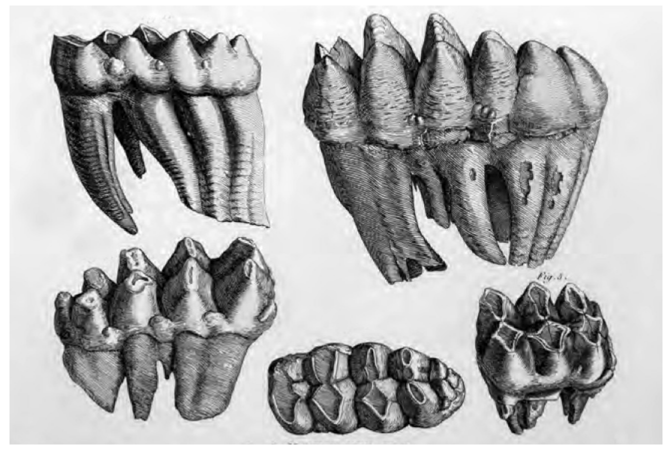
تجاذبنا أطراف الحديث عن الخرطوميات برهة من الوقت، قال لي: «إنها مجموعة ساحرة؛ فعلى سبيل المثال، الخرطوم، وهو عبارة عن تغيير استثنائي حقا في تشريح منطقة الوجه، تطور خمس مرات بشكل منفصل، وحتى لو حدث ذلك مرتين، أجل، فإنه يعتبر مدهشا. لكنه حدث خمس مرات مستقلة! ونحن عندما ننظر إلى الحفريات نصبح مجبرين على القبول بهذا الأمر». وقال تاسي: «حتى الآن جرى التعرف على نحو 170 نوعا خرطوميا، يرجع عمرها إلى نحو خمسة وخمسين مليون سنة». ثم أضاف: «ولايزال هناك كثير، أنا متأكد من ذلك».

(*) حيوان جرابي أسترالي يشبه الكنغر، لكنه أصغر منه. [المترجمان].

صعدنا إلى الطابق العلوي ودخلنا إلى مبنى ملحق متصل بالجزء الخلفي لصالة الأحافير مثل عربة المؤخرة في القطار. فتح تاسي باب غرفة صغيرة مملوءة بالخزائن المعدنية. وبجوار الباب مباشرة كان هناك شيء يشبه حامل المظلات، وكان غزير الشعر ومغلفا جزئيا بالبلاستيك. شرح تاسي أن هذا عبارة عن ساق ماموث يكسوها الصوف، وقد عثر عليها متجمدة ومتيبسة على جزيرة شمال سيبيريا. وعندما أمعنت النظر في تلك الساق، كنت أستطيع أن أرى أن الجلد قد خِيط مثلما تخاط الأحذية الجلدية الخفيفة. كان لون الشعر بنيا داكنا جدا ويبدو، حتى بعد مضي أكثر من عشرة آلاف سنة، أنه مازال في حالة جيدة للغاية.

فتح تاسي إحدى الخزائن المعدنية وأفرغ محتوياتها على طاولة خشبية. وكانت تلك المحتويات عبارة عن الأسنان التي نقلها لونغيويل في رحلة شاقة عبر نهر أوهايو. كانت ضخمة وكثيرة العقد وتميل إلى السواد.

قال تاسي، وهو يشير إلى أكبر سن في المجموعة: «هذه هي موناليزا الحفريات. بداية كل شيء. إنها لا تصدق لأن كوفييه رسم هذه السن بنفسه. ولذلك نظر إليها بعناية شديدة». لفت تاسي نظري إلى أرقام الفهارس الأصلية، والتي كانت مرسومة على الأسنان في القرن الثامن عشر. وهي تبدو باهتة الآن، حتى أنها يمكن رؤيتها بصعوبة.



الشكل رقم (4): نُشِر هذا النقش لأسنان الماستودون مرفقا بوصف وضعه كوفييه في العام 1812

التقطت أكبر سن بكلتا يدي. وبالتأكيد كانت شيئا متميزا. كان طولها يبلغ قرابة ثماني بوصات، وعرضها أربع بوصات، حيث كان حجمها ووزنها يعادل تقريبا حجم ووزن قالب الطوب. كانت النتوءات - وهي عبارة عن أربع مجموعات مدببة، وكانت المينا لاتزال سليمة إلى حد كبير. وكانت الجذور السميكة مثل الحبال - تشكل كتلة صلبة في لون خشب الماهوغاني.

ومن منظور تطوري ليس هناك في الواقع أي شيء غريب حول أضراس الماستودون؛ فأسنان الماستودون، مثل معظم أسنان الثدييات الأخرى، تتكون من لب العاج الصلب تحيط به طبقة من المينا أكثر صلابة، غير أنها أكثر هشاشة. ومنذ نحو 30 مليون سنة انفصلت سلالة الخرطوميات التي ستؤدي إلى نشوء الماستودون عن السلالة التي ستؤدي إلى نشوء الماموث والفيلة. وفي النهاية طورت الأخيرة أسنانها الأكثر تعقيدا، والتي تتكون من صفائح مغطاة بالمينا اندمجت فيما بينها مكونة شكلا يشبه رغيف الخبز إلى حد ما. كان هذا التركيب أكثر متانة وسمح للماموث - وكذلك للفيلة - بأن يتناول وجبات أكثر خشونة. أما الماستودون فقد احتفظ بأضراسه البدائية نسبيا (وكذلك فعل البشر)، وظل يقضم طعامه بصوت عال. وبالطبع، كما أشار إليَّ تاسي، كان المنظور التطوري هو الشيء الذي كان يفتقر إليه كوفييه تماما، وهذا ما جعل إنجازاته - من بعض النواحي - مثيرة أكثر للإعجاب.

قال تاسي: «لقد ارتكب كوفييه أخطاء بالتأكيد، لكن معظم أعماله التقنية كانت مذهلة. وكان في الواقع عالم تشريح رائعا».

وبعد أن فحصنا تلك الأسنان فترة أطول، اصطحبني تاسي إلى صالة الحفريات، وبعد المدخل مباشرة كان يعرض عظم الفخذ العملاق، الذي أرسله لونغيويل إلى باريس مثبتا على قاعدة. كان مثل عمود السياج من حيث العرض.

كان أطفال المدارس الفرنسيون يمرون بجوارنا وهم يصيحون بانفعال. كان مع تاسي حلقة كبيرة بها عدة مفاتيح، يستخدمها لفتح الأدراج المختلفة الموجودة تحت صناديق العرض الزجاجية. وعرض عليَّ سن ماموث كان كوفييه قد فحصها من قبل، وقطعا أخرى لأنواع منقرضة متنوعة، والتي كان كوفييه أول من حدد هويتها. ثم أخذني لمشاهدة حيوان الماستريخت الذي مازال حتى اليوم أكثر الحفريات شهرة (على الرغم من طلب الهولنديين استرجاعه عدة مرات، غير أن

الفرنسيين مازالوا يحتفظون به لأكثر من مائتي عام). في القرن الثامن عشر اعتقد البعض أن حفريات الماستريخت تنتمي إلى تمساح غريب، بينما اعتقد البعض الآخر أنها تعود إلى حوت ذي أسنان ناتئة. أما كوفييه فإنه سينسبها - في نهاية المطاف، وهو أيضا على صواب هذه المرة - إلى الزواحف البحرية (وقد أطلق على هذا المخلوق فيما بعد اسم موزاصور mosasaur).

مع اقتراب وقت الغداء صحبت تاسي إلى مكتبه، ثم تجولت في أرجاء الحدائق متجها نحو المطعم المجاور لمنزل كوفييه القديم. وقد بدا لي أن الأمر الذي يتعين عليَّ أن أفعله هو أن أطلب قائمة الطعام نفسها الخاصة بكوفييه - الوجبة الرئيسية ثم الحلو. وبينما كنت أنتهي من تناول الطبق الثاني - كعكة فواكه غنية بالقشدة حلوة المذاق - بدأت أشعر بالشبع على نحو غير مريح؛ فتذكرت وصفا كنت قرأته عن شكل جسم عالم التشريح هذا. وفي أثناء الثورة كان كوفييه نحيفا[10]، وفي السنوات التي عاش فيها على أرض المتحف، أخذ جسمه في الامتلاء، حتى صار بدينا بشكل كبير قرب نهاية عمره.

وفي محاضرته عن «نوع الفيلة الحية والمتحفرة» نجح كوفييه في إرساء الانقراض بوصفه حقيقة. لكن تأكيده الأكثر تحررا - وهو أن هناك عالما مفقودا يمتلئ بالأنواع المفقودة - ظل كذلك بالضبط. فإذا كان هناك بالفعل مثل هذا العالم فلا بد من أن يكون من الممكن إيجاد آثار لحيوانات أخرى منقرضة، وهكذا انبرى كوفييه للبحث عنها.

ومن محاسن المصادفات كانت باريس في تسعينيات القرن الثامن عشر مكانا رائعا بالنسبة إلى عالم الحفريات. كانت التلال في شمال المدينة تغص بمقالع الحجارة التي تعمل بنشاط لإنتاج الجبس، المكون الأساسي للجص الباريسي (نمت العاصمة بطريقة عشوائية فوق العديد من المناجم، ولذلك في عهد كوفييه كانت الانخسافات المنجمية Cave-ins تشكل مصدر خطر كبير). ولم يكن من النادر أن يعثر عمال المناجم على عظام غريبة، والتي كانت تعتبر ثمينة بالنسبة إلى هواة الجمع، حتى لو لم يكن لديهم أدنى فكرة عما كانوا يجمعون. وبمساعدة أحد هؤلاء المتحمسين، جمع كوفييه فورا بقايا حيوان آخر منقرض، وقد أطلق عليه اسم I'animal moyen de Montmartre، أي حيوان مونتمارتر متوسط الحجم.

وطوال هذا الوقت كان كوفييه يتلمس الحصول على عينات من علماء طبيعيين من أنحاء أخرى من أوروبا. وبسبب السمعة التي اكتسبها الفرنسيون في الاستيلاء على أشياء ذات قيمة، لم يقم سوى عدد قليل من هواة الجمع بإرسال حفريات فعلية. لكن بدأت تصل رسومات تفصيلية من أماكن أخرى مثل هامبورغ، وشتوتغارت، ولايدن وبولونيا. كتب كوفييه مقرا بالعرفان: «لا بد لي أن أقول إنني تلقيت الدعم بحماس منقطع النظير... من قبل جميع الفرنسيين والأجانب الذين يشجعون العلوم أو يحبونها»[11].

بحلول العام 1800، أي بعد أربع سنوات من نشر بحث الفيل، توسعت حديقة حفريات كوفييه لتشمل 23 نوعا كان يعتبرها منقرضة. ضمت المجموعة فرس النهر القزم الذي اكتُشفت بقاياه في حجرة مخزن بمتحف باريس؛ وظبيا بقرون هائلة عُثِر على عظامه في إيرلندا، ودبا كبيرا - والمعروف الآن بدب الكهف - من ألمانيا. وفي هذه اللحظة كان حيوان مونتمارتر قد انقسم أو تضاعف إلى ستة أنواع منفصلة (وحتى اليوم، لا نعرف إلا القليل عن هذه الأنواع، ما عدا أنها ذات حوافر، وعاشت منذ نحو 30 مليون سنة). تساءل كوفييه: «إذا كان كثير من الأنواع المفقودة قد استُعيد في مثل هذا الزمن القصير، فكم عدد الحيوانات التي يجب أن نفترض أنها لاتزال قابعة في أعماق الأرض»[12].

كانت لدى كوفييه نزعة استعراضية، وكان محبا للظهور، وقبل وقت طويل من توظيف المتحف محترفين في مجال العلاقات العامة، كان كوفييه يعرف كيف يجذب الانتباه. وقد وصف لي تاسي هذا الأمر بالقول: «لو كان كوفييه موجودا هذه الأيام لأصبح نجما تلفزيونيا». في إحدى المرات عُثر في مناجم الجبس الباريسية على حفرية لمخلوق في حجم الأرنب بجسم هزيل ورأس مربع الشكل، توصل كوفييه - بناء على شكل الأسنان - إلى أن الحفرية تنتمي إلى حيوان جرابي. كان هذا زعما جريئا، حيث إنه لم يكن معروفا وجود جرابيات في العالم القديم. وحتى يزيد الأمر إثارة، أعلن كوفييه أنه سيُخضع الاستنتاج الذي توصل إليه للاختبار أمام الناس؛ فالجرابيات لها عظمتان مميزتان تعرفان الآن بعظمتي القُحقُح epipubic bones، وهما تمتدان من الحوض. وعلى الرغم من أن تلكما العظمتين لم تكونا ظاهرتين في الحفرية عندما عُرضت عليه، فإن كوفييه توقع أنه لو خدشها بشكل

ما ستنكشف العظام غير الموجودة. دعا كوفييه نخبة باريس ليراقبوه وهو ينبش الحفرية بإبرة دقيقة. وعلى مرأى الجميع ظهرت العظام (هناك نسخة مصبوبة من هذه الحفرية الجرابية معروضة في باريس في صالة الحفريات، لكن النسخة الأصلية، حيث إن قيمتها ثمينة جدا، غير معروضة وهي محفوظة في قبو خاص).

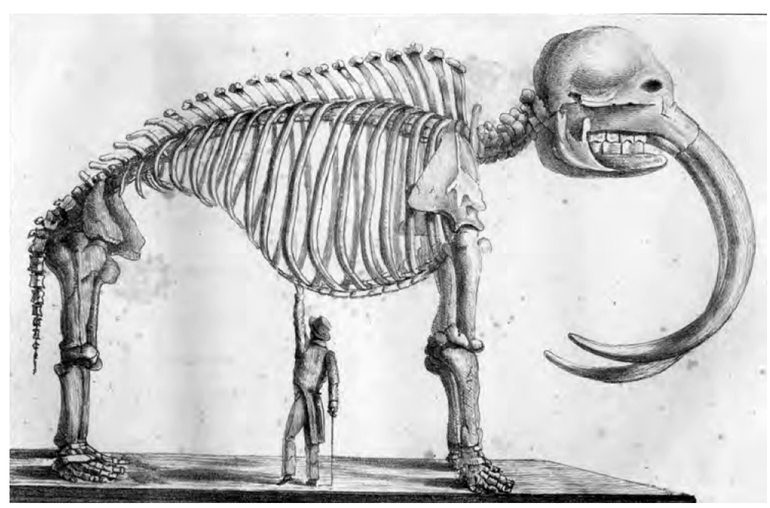
قدم كوفييه استعراضا مماثلا عن الحفريات في أثناء رحلة إلى هولندا. وفي متحف في هآرلم فحص عينة كانت تتكون من جمجمة كبيرة على شكل نصف قمر متصلة بجزء من العمود الفقري. كانت الحفرية التي يبلغ طولها ثلاث أقدام قد اكتُشفت منذ نحو قرن ونُسبت - وكان ذلك غريبا نوعا ما بالنظر إلى شكل الرأس - إلى إنسان. حتى أنهم أطلقوا عليها الاسم العلمي: هومو ديلوفياي تستيس Homo Diluvii testis، أي «الإنسان الذي عاصر الطوفان». وحتى يدحض كوفييه هذا التعريف أحضر أولا هيكل سلمندر عادي، ثم - وبعد موافقة مدير متحف هآرلم - بدأ في تقشير الصخرة من حول العمود الفقري لإنسان الطوفان، وعندما كشف عن الأطراف الأمامية لحفرية الحيوان، كان شكلها كأطراف السلمندر[13]، كما توقع تماما. لم يكن ذلك المخلوق إنسانا سابقا لعصر الطوفان، بل كان عبارة عن شيء أكثر غرابة بكثير: إنه برمائي عملاق.

كلما زاد عدد الأنواع المنقرضة التي توصل إليها كوفييه، كان يبدو أن طبيعة الحيوانات تزداد تغيرا؛ فدببة الكهوف والكسلان العملاق، وحتى السلمندرات العملاقة، كانت لها علاقة ما بأنواع مازالت حية. لكن ما الذي يمكن استنتاجه من حفرية غريبة اكتُشفت في تركيبة الحجر الجيري في بافاريا؟ تلقى كوفييه نقشا عن تلك الحفرية من أحد مراسليه الكثيرين. أظهر النقش مجموعة من العظام المتشابكة، متضمنة ما بدا كأنه أذرع طويلة وغريبة، وأصابع نحيفة ومنقار ضيق. تكهن أول عالم طبيعي تفحصها بأنها تنتمي إلى حيوان بحري كان يستخدم أذرعه الطويلة كمجاديف. أما كوفييه، وبناء على هذا النقش، فقد جَزَمَ - بشكل مفاجئ - بأن الحيوان كان في الواقع عبارة عن زاحف طائر، وأطلق عليه اسم بتيرو داكتيل ptero-dactyle، الذي يعني «المجنّح ذا الأصابع».

كان اكتشاف كوفييه للانقراض - «لعالم سابق لعالمنا» - حدثا مثيرا وسرعان ما انتشرت أخباره عبر الأطلنطي. وعندما اكتُشف هيكل عظمي عملاق كامل تقريبا من قبل بعض عمال المزارع في نيوبيرغ بولاية نيويورك، جرى الاعتراف بأنه

اكتشاف مهم للغاية. أجرى توماس غيفرسون، الذي كان نائبا لرئيس الجمهورية في ذلك الوقت، عدة محاولات لوضع يده على تلك العظام، لكنه فشل، لكن صديقه الذي كان أكثر إصرارا منه، وهو الفنان تشارلز ويلسون بيل Charles Willson Peale، الذي كان قد أسس أخيرا أول متحف للتاريخ الطبيعي في البلاد بولاية فيلادلفيا، قد نجح في ذلك.

وبيل الذي ربما يكون أكثر حبا للاستعراض والظهور من كوفييه، قضى شهورا في تركيب العظام التي حصل عليها من نيوبيرغ والمواءمة فيما بينها، وصنع الأجزاء المفقودة من الخشب والورق المعجَّن papier-mâché. وقدَّم الهيكل العظمي للجمهور في ليلة عيد الميلاد سنة 1801. وللترويج لذلك المعرض، ألبس بيل خادمه الأسود موزيس ويليامز لباس رأس الهنود، وأركبه حصانا أبيض، وجعله يتجول في شوارع فيلادلفيا[14]. بلغ ارتفاع الحيوان الضخم الذي أعيد تجميعه إحدى عشرة قدما عند الكتفين، وطوله سبع عشرة قدما من الأنياب حتى الذيل، وهو حجم مبالغ فيه بعض الشيء. دفع الزوار خمسين سنتا لمشاهدته، وهو مبلغ كبير في ذلك الزمن. كان ذلك المخلوق - وهو ماستودون أمريكي - لايزال يفتقر إلى اسم متفق عليه، وقد أُطلقت عدة أسماء عليه، مثل إنكوغنيتوم، وحيوان أوهايو، والماموث، وهو الاسم الذي كان أكثر إثارة للحيرة. أصبح الماموث أول عرض يقبل عليه الناس بشكل كبير، وسبب موجة من «حمى الماموث». «أنتجت مدينة تشيشاير بولاية ماساتشوسيتس Massachusetts Cheshire 1230 رطلا من جبن الماموث؛ كما صنع خباز من فيلادلفيا «خبز الماموث»؛ وكتبت الصحف عن الجزر الأبيض للماموث[15]، وشجرة دراق الماموث، وعن آكل الماموث الذي «ابتلع 42 بيضة في عشر دقائق». تمكن بيل كذلك من تجميع ماستودون آخر من عظام أخرى وجدت في نيوبيرغ ومدن أخرى قريبة من وادي نهر هادسون Hudson Valley. وبعد مأدبة غداء احتفالي عقدت تحت القفص الصدري الرحيب للحيوان، أُرسل هذا الهيكل العظمي الثاني إلى أوروبا برفقة اثنين من أبنائه. عُرِضَ لعدة أشهر في لندن. قرر نجلا بيل - في هذه الأثناء - أن أنياب الحيوان كانت بالتأكيد تتجه إلى أسفل مثل أنياب حيوان الفظ. كانت خطتهما تقضي بأخذ هذا الهيكل العظمي إلى باريس وبيعه لكوفييه، لكن في أثناء وجودهما في لندن اندلعت الحرب بين بريطانيا وفرنسا؛ مما جعل السفر بين البلدين مستحيلا.



الشكل رقم (5)

وفي النهاية منح كوفييه الماستودون اسمه، وذلك في ورقة نُشرت في باريس في العام 1806. وقد جاء ذلك الاسم الغريب من المعنى الإغريقي «سن الثدي»؛ ويبدو أن النتوءات كثيرة العقد الموجودة على أضراس هذا الحيوان قد ذكرته بحلمة الثدي (وعند هذه اللحظة كان قد أصبح للحيوان اسم علمي صكه عالم طبيعي ألماني، ولسوء الحظ فإن هذا الاسم - ماموث أمريكانم Mammut americanum - قد سبب إطالة أمد الخلط بين الماستودونات والماموثات).

على الرغم من القتال الدائر بين البريطانيين والفرنسيين استطاع كوفييه الحصول على رسوم تفصيلية عن الهيكل العظمي الذي نقله نجلا بيل إلى لندن، الأمر الذي منحه صورة أفضل لتشريح الحيوان. أيقن كوفييه أن الماستودون بعيد كل البعد عن الأفيال الحديثة أكثر من بعده عن الماموث. (واليوم لا يُحدَّد فقط جنس الماستودون، بل عائلته أيضا). وبالإضافة إلى الماستودون الأمريكي تعرف كوفييه على أربعة أنواع أخرى من الماستودون «كلها غريبة بالقدر نفسه عن عالمنا اليوم». لم يكن بيل يعلم بالاسم الجديد الذي صكه كوفييه إلا في العام 1809، وعندما علم بذلك، تلقفه على الفور. كتب بيل إلى غيفرسون مقترحا «إقامة حفل تعميد» الهيكل العظمي للماستودون في متحفه بفيلادلفيا[16]. لم يتحمس غيفرسون للاسم الذي أطلقه كوفييه[17]، وقال متأففا: «كان يمكن أن يكون أي اسم آخر»، ولم يكلف خاطره بالرد على فكرة حفل التعميد.

نشر كوفييه في 1812 خلاصة وافية تقع في أربعة مجلدات عن عمله في مجال حفريات الحيوانات، وتحمل عنوان «أبحاث عن العظام الحفرية لرباعيات الأرجل» (Recherches sur les ossemens fossils de quadrupeds). وقبل أن يبدأ كوفييه كتابه ««Recherche كان عدد الحيوانات الفقارية المنقرضة بين صفر وواحد، وكان هذا يتوقف على هوية الشخص الذي يضطلع بعملية الإحصاء. وبعد ذلك أصبح العدد تسعة وأربعين، والفضل الأكبر في ذلك يعود إلى الجهود التي بذلها.

وكما نمت قائمة كوفييه، نمت كذلك سمعته. لم يكن يجرؤ إلا عدد قليل جدا من علماء الطبيعة على إعلان اكتشافاتهم قبل أن يفحصها كوفييه[18]. وقد تساءل أنوريه دي بلزاك: «أليس كوفييه هو أعظم شاعر في قرننا؟»، لقد أعاد هذا العالم الطبيعي الخالد بناء عوالم بأكملها من مجرد عظم جرى تبييضه، ومثل قدموس Cadmus(*)، أعاد إنشاء مدنٍ بحالها من مجرد سن. كُرِّم كوفييه من قِبل نابليون، وبمجرد انتهاء الحروب النابليونية دُعي إلى بريطانيا حيث قُدِّم إلى البلاط الملكي.

كان الإنجليز متشوقين للتحول إلى مشروع كوفييه، أصبح تجميع الحفريات، في أوائل القرن التاسع عشر، شائعا بين الطبقات العليا من المجتمع، وهو ما أدى إلى ولادة مهنة جديدة كليا.



الشكل رقم (6): أول حفرية إكتيوصور تُكتَشف وتُعرَض في لندن بالصالة المصرية

(*) أخو الإلهة يوروبا والمؤسس التقليدي لطيبة، وقد قتل الدراكون الذي كان يحرس العين وجمع أسنانه - من الأساطير الإغريقية. [المترجمان].

جامع الحفريات هو الشخص الذي كان يؤمّن رزقه من خلال جمع العينات وبيعها للزبائن الأغنياء. في العام نفسه الذي نشر فيه كوفييه كتابه «Recherches» اكتشفت إحدى جامعات الحفريات، وتدعى ماري آنينغ Mary Anning، عينة غاية في الغرابة. كانت جمجمة المخلوق المكتشفة في الجروف الجيرية بمقاطعة دورست، يبلغ طولها أربع أقدام، وتمتلك فكا يشبه الكماشة دقيقة الرأس. وكانت تجاويف عينيها تحديدا كبيرة بشكل غريب، ومغطاة بألواح عظمية.

انتهى المطاف بالحفرية في لندن في الصالة المصرية، وهي متحف خاص، على خلاف متحف بيل. وقد عُرضت على أنها سمكة في البداية، ثم قيل إنها أحد أقرباء خلد الماء platypus قبل الإقرار بأنها حيوان زاحف من نوع جديد، وهو الإكتيوصور ichthyosaur، أو «سحلية السمك». وبعد سنوات قليلة جاءت عينات أخرى جُمعت بواسطة آنينغ لتقدم قطعا لمخلوق أكثر غرابة أُعطي اسم بليسيوصور plesiosaur، أو «شبيه السحلية». وقد وصف أول أستاذ للجيولوجيا بأكسفورد، وهو الموقر وليم بوكلاند William Buckland، البليسيوصور على أن له «رأس سحلية» متصلا برقبة «تشبه جسم أفعى»، و«أضلاع الحرباء ومجاديف الحوت». وعندما علم كوفييه بذلك، وجد أن التقرير الخاص بالبليسيوصور فظيع لدرجة أنه تساءل عما إذا كان قد جرى التلاعب بالعينات. وعندما اكتشفت آنينغ حفرية بليسيوصور أخرى كاملة، جرى إبلاغه بسرعة بهذا الاكتشاف، ولذلك تعين عليه أن يقر بأنه كان على خطأ. وكتب إلى أحد مراسليه الإنجليز: «لا يمكن للمرء أن يتوقع ظهور شيء أكثر غرابة». وفي أثناء زيارة كوفييه لإنجلترا ذهب لزيارة أكسفورد، حيث عرض عليه بوكلاند حفرية مثيرة أخرى، وهي عبارة عن عملاق به سن وحيدة مقوسة وبارزة إلى الأعلى مثل السيف المعقوف. عرَّف كوفييه هذا الحيوان على أنه نوع من السحالي هو الآخر. وبعد عدة عقود جرى الإقرار بأن الفك يعود إلى ديناصور.

في هذه المرحلة كانت دراسة علم طبقات الأرض لاتزال في بداياتها، لكن كان من المفهوم – بالفعل - أن طبقات الصخور المختلفة قد تشكلت في أثناء العصور المختلفة، وأن البليسيوصور والإختيوصور والديناصورات التي لم تكن قد سُميت بعد، قد وجدت كلها في رواسب الحجر الجيري التي تمُت إلى ما كان يسمى - في ذلك الوقت - الدهر الثاني «Secondary era»، والذي يطلق عليه الآن الميزوزوي

(الدهر الوسيط) «Mesozoic era». وكذلك حيوانات البتيرو داكتيل والماستريخت. أدى هذا النسق بكوفييه إلى التوصل إلى رؤية استثنائية أخرى بشأن تاريخ الحياة، وهي أنه كان لها اتجاه؛ فالأنواع المفقودة التي يمكن العثور على بقاياها بالقرب من سطح الأرض، مثل الماستودونات ودببة الكهوف، تنتمي إلى رتب لمخلوقات لاتزال حية. وبالحفر في الطبقات الأعمق يجد المرء مخلوقات، مثل حيوان مونتمارتر الذي ليس له نظير حديث واضح. وبالاستمرار في الحفر ستختفي الثدييات تماما من سجل الحفريات. وفي النهاية يصل المرء إلى عالم ليس سابقا لعالمنا فقط: بل هو أيضا سابق للعالم الذي كانت تهيمن عليه الزواحف العملاقة[19].

ربما يبدو أن أفكار كوفييه عن تاريخ الحياة هذا - وهو أنه طويل ومتقلب وحافل بالمخلوقات العجيبة التي لم تعد موجودة - قد جعلته مناصرا طبيعيا للتطور. لكن كوفييه عارض مفهوم التطور، أو التحول «Transformisme» كما كان معروفا في باريس في ذلك الوقت، وحاول أن يقلل من شأن أي زملاء يتحمسون للنظرية، ويبدو أنه نجح في ذلك بشكل عام. وللغرابة كانت المهارات نفسها التي أدت إلى اكتشاف الانقراض هي التي جعلت التطور يبدو له منافيا للعقل، بوصفه أمرا يُستبعد حدوثه مثل الاسترفاع(*) «Levitation».



الشكل رقم (7): لايزال حيوان الماستريخت معروضا في باريس

(*) ظاهرة ارتفاع الشخص في الهواء، أو فوق الماء، في تحدٍّ لقوانين الجاذبية. [المحرر].

وكان يطيب لكوفييه أن يلفت الانتباه إلى أنه وضع ثقته بالتشريح؛ وهذا ما سمح له بتمييز عظام الماموث عن عظام الفيل، والتعرف على السلمندر العملاق الذي كان الآخرون يحسبونه إنسانا. وكان مصطلح «ترابط الأجزاء» «correlation of parts» يشكل جوهر مفهوم كوفييه عن التشريح. ويعني بهذا المصطلح أن مكونات الحيوان كلها يتوافق بعضها مع بعض، ومصممة بشكلٍ أمثل لتناسب تحديدا طريقته في الحياة، وبذا فمثلا، الحيوان اللاحم سيكون له جهاز معوي يناسب هضم اللحم. وفي الوقت نفسه سيكون فكه مصمما لالتهام الفريسة؛ والمخالب للقبض عليها وتمزيقها؛ والأسنان لتقطيع اللحم وتقسيمه؛ ونظام أعضاء حركته كلها مخصصا لتعقب الفريسة والإمساك بها؛ وأعضاء الإحساس لاكتشافها من بعد[20].

وعلى النقيض فالحيوان المزود بالحوافر لا بد من أن يكون عاشبا، حيث إنه ليست لديه «وسيلة للإمساك بالفريسة». وستكون لديه أسنان ذات تاج مسطح لطحن الحبوب والحشائش، وفك قادر على الحركة العرضية الجانبية. فإذا تغير أي جزء من هذه الأجزاء، فإن السلامة الوظيفية للكل ستتعرض للدمار. فالحيوان الذي يولد، مثلا، بأسنان وأعضاء حس مختلفة بشكل ما عن والديه لن يتمكن من البقاء، فضلا على تسببه في ظهور نوع آخر من المخلوقات.

وفي عهد كوفييه، كان أبرز مؤيد للتحول أحد رفاقه القدامى في متحف التاريخ الطبيعي جان بابتيست لامارك Jean-Baptiste Lamarck. ووفقا للامارك كان هناك عامل «قوة الحياة» Power of life الذي كان يدفع بالكائنات لتصبح معقدة بشكل متزايد. وفي الوقت نفسه كثيرا ما كان يتعين على الحيوانات، وكذلك النباتات، أن تجاري التغيرات في بيئتها، وكانت تفعل ذلك بتعديل عاداتها، وهذه العادات الجديدة بدورها كانت تنتج تغيرات جسدية تنتقل إلى ذريتها؛ فالطيور التي كانت تبحث عن فريستها في البحيرات كانت تنشر أصابع أرجلها عندما تلمس المياه، وبهذه الوسيلة طورت في النهاية «الأقدام المكففة» Webbed feet وأصبحت بطا. و«حيوان الخلد» Moles(*) الذي اتجه إلى باطن الأرض، توقف عن استخدام عينيه.

(*) حيوان صغير من القوارض. [المترجمان].

وعليه بمرور أجيال أصبحت عيناه صغيرتين وضعيفتين. عارض لامارك - من جانبه وبإصرار - فكرة كوفييه عن الانقراض؛ فليست هناك عملية يمكن تصورها قادرة على محو كائن كليةً (من المثير أن الاستثناء الوحيد الذي رآه لامارك كان يتمثل في الجنس البشري الذي اعترف له لامارك بالقدرة على إبادة حيوانات معينة كبيرة وبطيئة التكاثر). وما فسره كوفييه على أنه أنواع مفقودة كان في نظر لامارك تلك الكائنات التي شهدت ببساطة أكبر قدر من التحول.

وجد كوفييه فكرة أن الحيوانات يمكن أن تغير أنماط جسدها وفقا لراحتها فكرة سخيفة، وسخر من الفكرة[21] قائلا: «يصبح البط عن طريق الغوص سمك كراكي، ويتغير السمك الكراكي إذا حدث ووُجد على أرض جافة إلى بط، والدجاج عندما يبحث عن طعامه على حافة الماء، ويجتهد لكي لا يبلل أفخاذه، وينجح في إطالة ساقيه يصبح مالك الحزين أو اللقلق». واكتشف ما اعتقد، ولو في نظره على الأقل، أنه دليل مؤكد ضد نظرية التحول في مجموعة المومياوات[22].

عندما غزا نابليون مصر، استولى الفرنسيون، كعادتهم، على كل ما أثار اهتمامهم. وأحد الصناديق التي نهبوها وعادوا بها إلى باريس كان يحتوي على قطة محنطة. فحص كوفييه تلك المومياء، باحثا عن أي دلائل للتحول. لم يجد أي شيء يوحي بذلك. كانت القطة المصرية القديمة، ولنقل من الناحية التشريحية، لا تتميز عن أي قطة في أزقة باريس. وهذا برهن على أن الأنواع كانت ثابتة. عارض لامارك ذلك[23]، حيث إن الآلاف القليلة من السنوات التي مضت، منذ تحنيط القطة المصرية، تمثل «فترة زمنية قصيرة جدا» بالنسبة إلى امتداد الزمن.

قال كوفييه رافضا[24]: «إني أعلم أن بعض العلماء الطبيعيين يعتمدون بشكل كبير على آلاف القرون التي يراكمونها بعضها فوق بعض بجرة قلم». وفي النهاية طُلب من كوفييه أن يعد كلمة تلقى في عزاء لامارك، وقد قام كوفييه بذلك بالفعل قاصدا الدفن أكثر من الثناء. كان لامارك - وفقا لكوفييه - خياليا[25] «مثل القصور المسحورة في قصصنا الرومانسية القديمة». وكانت نظرياته مبنية على أسس خيالية، بحيث إنها بينما كانت «تداعب خيال شاعر»، لم تكن قادرة على الصمود، ولو للحظة، أمام فحص أي شخص سبق له أن أنجز تشريح يد، أو أحشاء، أو حتى ريشة.

وبرفضه التحول، أصبح لديه شيء ما ناقص في حجته؛ فلم يكن لديه أي تفسير لكيفية ظهور الكائنات الجديدة، ولا أي تفسير للكيفية التي امتلأ بها العالم بأعداد غفيرة من مجموعات مختلفة من الحيوانات في أزمنة مختلفة. لا يبدو أن ذلك شكَّل مصدر قلق له؛ ففي نهاية المطاف لم يكن اهتمامه بأصل الأنواع، بل في زوالها.

وفي أول مرة تحدث فيها عن الموضوع، ألمح كوفييه إلى أنه كان القوة المحركة التي تقف خلف الانقراض، إن لم يكن آليته الدقيقة. وقد اقترح في محاضرته عن «أنواع الأفيال الحية والمتحفرة» أن الماستودون والماموث و«البهضم» Megatherium(*) قد فنيت تماما «نتيجة نوع ما من الكوارث». تردد كوفييه في التكهن بشأن طبيعة تلك الكارثة بالضبط، وقال: «ليست مهمتنا إقحام أنفسنا في مجال التكهن الواسع الذي تثيره هذه الأسئلة»، لكن بدا أنه عند هذه النقطة كان يعتقد أن كارثة واحدة كانت ستفي بالغرض.

تغير موقفه بعد ذلك، عندما زادت قائمة الأنواع المنقرضة، وقرر أنه لا بد أنه كانت هناك كوارث جيولوجية متعددة. وكتب يقول: «اضطربت الحياة على الأرض نتيجة أحداث مرعبة»، ثم أضاف: «كانت أعداد هائلة من الكائنات الحية ضحايا لهذه الكوارث»[26].

ومثل وجهة نظره في التحول، كان اعتقاد كوفييه بحدوث كارثة جيولوجية يتلاءم مع اقتناعاته في علم التشريح، أو يمكن القول إنه تمخض عنها. وحيث إن الحيوانات وحدات وظيفية متوائمة تماما مع وسطها المحيط الذي تعيش فيه، لم يكن هناك أي سبب، في سياق الحوادث العادية، يوجب أن تموت. وحتى الأحداث الأكثر تدميرا، والمعروفة بوقوعها في العالم المعاصر - ثورة البراكين مثلا، أو حرائق الغابات - لم تكن كافية لتفسير الانقراض؛ وعندما كانت الكائنات تواجه مثل هذه التغيرات كانت ببساطة تستمر في العيش والبقاء[27].

لذلك لا بد من أن التغيرات التي سببت عمليات الانقراض كانت ذات نطاق أضخم بكثير؛ فقد كانت كبيرة لدرجة أن الحيوانات لم تستطع مجاراتها. ومسألة أن

(*) حيوان من نوع الكسلان العملاق المنقرض. [المترجمان].

مثل هذه الأحداث العنيفة لم يشاهدها هو أو أي عالم طبيعي آخر كانت تشكل دليلا آخر على قابلية الطبيعة للتغير؛ ففي الماضي، كانت هذه الطبيعة تتصرف على نحو مختلف - أي على نحو أكثر شدة وقسوة - مما تفعل في الوقت الحالي.

كتب كوفييه: «لقد انقطع خيط العمليات، وغيرت الطبيعة من مسارها، ولا يمكن لأي وسيلة تستخدمها هذه الطبيعة اليوم أن تكون كافية لإحداث ما قامت به في الماضي». قضى كوفييه سنوات عديدة في دراسة تكونات الصخور حول باريس - حيث توصل هو وزميل له إلى أول خريطة للطبقات الخاصة بحوض باريس - ورأى به كذلك إشارات على التغيرات الجيولوجية الكارثية. بينت الصخور أن المنطقة تعرضت للغمر في أوقات مختلفة. وجزم كوفييه بأن التحولات من بيئة إلى أخرى - من بيئة بحرية إلى برية، أو في بعض المراحل، من بيئة بحرية إلى بيئة مياه عذبة - لم «تكن بطيئة على الإطلاق»، بل كانت تنتج عن «ثورات مفاجئة على سطح الأرض». لا بد أن أحدث هذه الثورات قد وقع منذ فترة قريبة نسبيا، حيث إن آثارها مازالت ظاهرة في كل مكان. اعتقد كوفييه أن هذا الحدث كان يقع خلف حافة التاريخ المسجل مباشرة؛ وقد لاحظ أن كثيرا من الأساطير والنصوص القديمة، بما في ذلك العهد القديم، تلمح إلى أن أزمة ما - على شكل طوفان على الأغلب - قد سبقت النظام الحالي.

برهنت أفكار كوفييه عن تعرض كوكب الأرض لكوارث جيولوجية دورية على أنها ذات تأثير يعادل اكتشافاته الأصلية. والمقال الرئيسي الذي نشره باللغة الفرنسية عن هذا الموضوع في العام 1812 أعيدت طباعته بشكل شبه فوري باللغة الإنجليزية، وجرى تصديره إلى أمريكا. كما ظهر بالألمانية والسويدية والإيطالية والروسية والتشيكية. لكن جزءا كبيرا منه فُقد أو أُسيء تفسيره على الأقل في أثناء الترجمة. كان مقال كوفييه علمانيا بوضوح. وقد استخدم الإنجيل على أنه واحد من كثير من الأعمال القديمة، ولا يعتمد عليه كلية، إلى جانب كتاب «فيدا» Vedas الهندوسي، وكتاب «الوثائق» Shujing. لم يكن هذا النوع من الجمع بين الأديان مقبولا بالنسبة إلى رجال الدين الإنجيليكيين الذين كانوا يشكلون مجموعة أعضاء هيئة التدريس العاملين في مؤسسات مثل أكسفورد. وعندما تُرجم المقال إلى الإنجليزية فُسِّر من قبل بوكلاند وآخرين على أنه برهان على حدوث طوفان نوح.

في هذه الأوقات كان قد جرى دحض الأسس التجريبية لنظرية كوفييه إلى حد كبير، والبراهين الفيزيائية التي أقنعته بأن «ثورة» ما حدثت قبل التاريخ المكتوب مباشرة (والتي فسرها الإنجليز على أنها برهان على الطوفان) كانت في الواقع عبارة عن مخلفات من «الغمر الجليدي» glaciation الأخير. ولا يعكس تركيب طبقات حوض باريس حدوث انفجارات فجائية للماء، بل يعكس حدوث تغيرات تدريجية في مستوى البحر وتأثير الصفائح التكتونية. ونحن نعرف الآن أن كوفييه بالنسبة إلى كل هذه الأمور كان على خطأ.

وفي الوقت نفسه تبين أن بعض مزاعم كوفييه، الأكثر غرابة، كانت صحيحة بشكل مدهش؛ فقد استبدت بالحياة على الأرض «أحداث مرعبة»، وكانت هناك «أعداد لا تحصى» من ضحاياها. لا يمكن تفسير مثل هذه الأحداث من خلال القوة أو «العوامل» المؤثرة في الوقت الحالي. «تغير الطبيعة من حين إلى آخر مسارها»، وفي مثل هذه اللحظات يبدو الأمر كأن خيط العمليات قد انقطع.

وفي الوقت نفسه، وبالنسبة إلى الماستودون الأمريكي، كان كوفييه على صواب بشكل غريب تقريبا. وأكد أن هذا الحيوان الضخم قد أُفني منذ نحو خمسة أو ستة آلاف سنة، وذلك في «الثورة» نفسها التي أدت إلى فناء الماموث والبهضم. وفي الواقع قد اختفى الماستودون الأمريكي منذ نحو 13 ألف سنة. وكان فناؤه جزءا من موجة اختفاءات أصبحت تعرف بـ «انقراض الحيوانات الضخمة» megafauna. تزامنت هذه الموجة مع انتشار الإنسان الحديث. وثمة اقتناع متزايد بأنها نتجت عنه. وفي هذا المعنى فإن الأزمة التي أدرك كوفييه أنها وقعت قبل بداية التاريخ المكتوب مباشرة هي نحن.

3

البطريق الأصلي

الأوك العظيم
Pinguinus impennis

صك وليم هيويل William Whewell تعبير «المتخصص في الكوارث» (Catastrophist) في العام 1832، وهو واحد من أوائل رؤساء الجمعية الجيولوجية في لندن، والذي أيضا ورَّث اللغة الإنجليزية كلمات: «آنود» (anode) و«كاثود» (cathode) و«أيون» (ion) و«عالم» (scientist). وعلى الرغم من أن هذا المصطلح قد اكتسب - فيما بعد - مضامين ازدرائية التصقت به كأنها ثمار شائكة، فإن ذلك لم يكن هو ما قصد إليه هيويل. وعندما اقترحه أوضح هيويل أنه كان يعتبر نفسه متخصصا في الكوارث، وأن معظم العلماء الذين كان يعرفهم كانوا كذلك أيضا[1]. وفي الواقع، كان

«زحف شخص وهمي على ساحل صخري في اتجاه طائر أوك وهمي. وعندما اقترب منه، أخرج عصا وضرب بها على رأس الطير. جاء رد فعل الأوك على شكل صيحة تتراوح بين صوت الإوز وصوت الخنزير»

يعرف شخصا واحدا فقط، لم يكن يناسبه هذا التعريف، إنه عالم الجيولوجيا الشاب والواعد تشارلز لايل Charles Lyell؛ فابتكر هيويل تعبيرا جديدا آخر؛ حيث أطلق عليه لقب «التماثلي» (Uniformitarian).

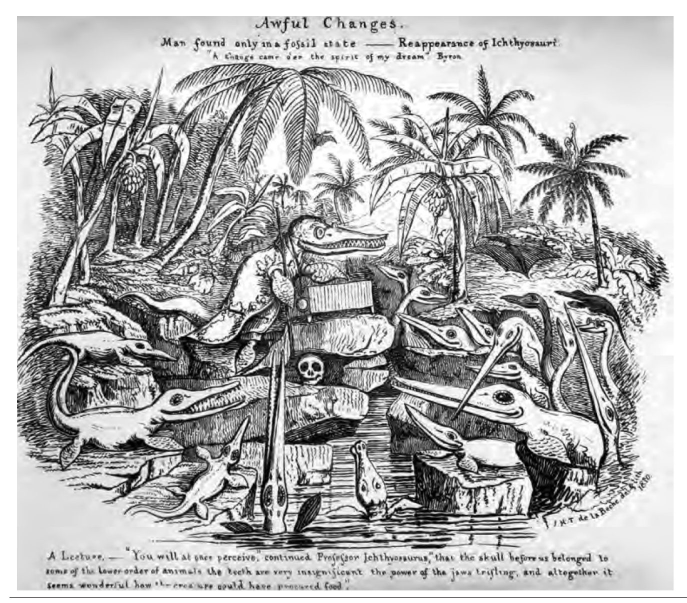
نشأ لايل في جنوب إنجلترا، في عالم مألوف بالنسبة إلى محبي جين أوستن Jane Austen[2]. درس في أكسفورد وتدرب ليصبح محاميا. غير أن نظره الضعيف وقف حائلا بينه وبين ممارسة المحاماة، ولذا تحول إلى العلوم الطبيعية بدلا من ذلك. وفي شبابه قام بالعديد من الرحلات إلى أوروبا، وصادق كوفييه، وكثيرا ما تناول معه الغداء في منزله. وقد وجد الرجل العجوز شخصا «فاضلا جدا»[3]، وسمح له كوفييه بعمل نسخ مصبوبة عن العديد من الحفريات الشهيرة ليأخذها معه إلى إنجلترا، لكنه وجد أن وجهة نظر كوفييه بشأن تاريخ الأرض غير مقنعة على الإطلاق.

وعندما نظر لايل (بشكل ينم عن قصر نظر باعتراف الجميع) إلى الصخور البارزة في الريف البريطاني، أو على طبقات حوض باريس، أو على الجزر البركانية القريبة من نابولي، لم يلاحظ أي دليل على كارثة جيولوجية. وفي الواقع رأى العكس تماما: اعتقد أنه من غير العلمي (أو كما ذكر هو من «غير الفلسفي») أن نتصور أن هناك تغيرا في العالم قد حدث لأسباب مختلفة، أو بمعدلات مختلفة عما يحدث في الأيام الحالية. ووفق لايل، فإن كل سمة من سمات المشهد كانت نتيجة عمليات تدريجية جدا جرت على مدى آلاف السنين التي لا تحصى، مثل الترسيب والتعرية والانفجارات البركانية، والتي كانت كلها لاتزال قابلة للمشاهدة بسهولة، وبالنسبة إلى أجيال من طلاب الجيولوجيا، فإن رسالة لايل يمكن إيجازها في أن «الحاضر هو مفتاح الماضي».

وفيما يتعلق بالانقراض، فإن ذلك أيضا - وفق لايل - حدث بوتيرة بطيئة جدا؛ لدرجة أنه في أي زمان، وفي أي مكان، ليس من العجيب أن يكون قد حدث ذلك من دون أن يُلاحَظ. وبرهان الحفريات، الذي يبدو أنه يشير إلى أن الأنواع قد ماتت بشكل جماعي في مراحل مختلفة، كان دليلا على أن السجل لم يكن موثوقا. وحتى فكرة أن تاريخ الحياة كان له اتجاه معين - أولا الزواحف ثم الثدييات - كانت خاطئة، واستدلالا مغلوطا آخر مستقى من بيانات غير كافية. وكل أنواع الكائنات التي عاشت في كل العصور، وتلك التي يبدو أنها اختفت إلى الأبد، إذا ما توافرت الظروف المناسبة فإنها ستعود إلى الظهور فجأة مرة أخرى.

وهكذا قد يعود «الإغوانودون»(*) (iguanodon)[4] الضخم للظهور في الغابات، والإكتيوصور في البحر، بينما قد يحلق البتيرو داكتيل مرة أخرى خلال بساتين ظليلة من أشجار السرخس. ومن الواضح، كما قال لايل، أنه «لا يوجد أساس في الحقائق الجيولوجية للنظريات الشائعة عن التطور المتتابع لعالم الحيوان والنبات»[5].

نشر لايل أفكاره في ثلاثة مجلدات سميكة، تحمل عنوان «مبادئ الجيولوجيا» «Principles of Geology» .. محاولة لتفسير التغيرات السابقة لسطح الأرض بالرجوع إلى أسباب قائمة بالعمل الآن. وكان هذا العمل موجها إلى عامة القراء الذين رحبوا به بحماس. طبعت الطبعة الأولى في 4500 نسخة وبيعت كلها بسرعة، وكانت الطبعة الثانية في 9 آلاف نسخة بيعت جميعها (تفاخر لايل في رسالة إلى خطيبته قائلا: إن هذا يمثل على الأقل عشرة أضعاف الكتب التي باعها أي عالم جيولوجي إنجليزي آخر في أي وقت)[6]. أصبح لايل مشهورا ويُحتفى به - مثل ستيفن بينكر(**) Steven Pinker بين أبناء جيله - وعندما تحدث في بوسطن حاول أكثر من أربعة آلاف شخص الحصول على تذاكر لسماعه[7].



الشكل رقم (8)

(*) ديناصور ضخم منقرض. [المترجمان].

(**) كان ستيفن مفكرا وعالما نفسيا ومعرفيا ولغويا وخبيرا في العلوم العامة. [المترجمان].

ومن أجل الوضوح (والقراءة الجيدة) يُذكر أن لايل رسم كاريكاتيرا ساخرا[8] لمعارضيه، جعلهم يبدون فيه كأنهم «أقل حكمة» بكثير مما هم عليه في الحقيقة. ردوا الجميل له حيث رسم عالم جيولوجي بريطاني يدعى هنري دي لا بيش Henry De la Beche، وكانت لديه موهبة في الرسم، كاريكاتيرا يسخر فيه من أفكار لايل بشأن العودة الأبدية. كان الرسم يظهر لايل على شكل إكتيوصور ضعيف النظر، يشير إلى جمجمة إنسان، ويحاضر في مجموعة من الزواحف العملاقة.

ووفق التعليق المدون تحت الرسم، يخبر البروفيسور إكتيوصور تلاميذه: «ستدركون على الفور أن الجمجمة التي أمامكم تنتمي إلى نوع من الحيوانات الأقل رتبة، فالأسنان غير ذات قيمة، ومقدرة الفك تكاد تكون منعدمة، وبشكل عام يبدو عجيبا كيف كان هذا المخلوق يتمكن من الحصول على الطعام». أطلق دي لا بيش على هذا الإسكتش «تغيرات مروعة» (Awful Chonges).

كان من بين القراء الذين تهافتوا على كتاب لايل «المبادئ» تشارلز داروين Charles Darwin، كان عمره 22 سنة، وقد تخرج من فوره في كامبريدج. دعي داروين ليعمل رفيقا لقائد السفينة بيغل HMS Beagle، واسمه روبرت فيتزروي Robert Fitzroy. كانت السفينة متجهة إلى أمريكا الجنوبية لمسح الساحل، وحل التناقضات المختلفة في الخرائط التي أعاقت الملاحة (كانت البحرية البريطانية مهتمة بشكل خاص بإيجاد أفضل الطرق للوصول إلى جزر الفوكلاند، التي استولى عليها حديثا البريطانيون). أخذته الرحلة (التي استمرت حتى بلغ داروين السابعة والعشرين من عمره) من بلايموث إلى مونتفيديو عبر مضيق ماجلان، وشمالا حتى جزر غالاباغوس، عبر جنوب الباسفيك إلى تاهيتي، ثم إلى نيوزيلاندا وأستراليا وتسمانيا، وعبر المحيط الهندي إلى موريشيوس، وحول رأس الرجاء الصالح، ثم العودة ثانية إلى أمريكا الجنوبية. وفي التصور الشائع ينظر إلى تلك الرحلة عادة على أنها الفترة التي صادف فيها داروين مجموعة متنوعة من السلاحف العملاقة، والسحالي البحرية، وعصافير الحسون بمناقير مختلفة الأشكال والأحجام، واكتشف الانتقاء الطبيعي. وفي الحقيقة لم يطور داروين نظريته إلا بعد أن عاد إلى إنجلترا[9]، عندما صنف علماء طبيعة آخرون العينات الكثيرة التي كان نقلها معه إلى إنجلترا.

ولعله أكثر دقة أن نصف رحلة السفينة بيغل بأنها الفترة التي اكتشف فيها

داروين لايل. وقبل إبحار السفينة بوقت قصير، قدم فيتزروي إلى داروين نسخة من المجلد الأول لكتاب المبادئ. وعلى الرغم من أنه كان مصابا بدوار البحر في أثناء الفترة الأولى من الرحلة (كما حدث ذلك مرارا في فترات عديدة أخرى)، أشار داروين إلى أنه قرأ كتاب لايل «بنهم»، بينما كانت السفينة تبحر جنوبا. توقفت السفينة بيغل أول الأمر في سانت جاغو St.Jago - التي تعرف الآن بسانتياغو - في جزر كيب فيردي Cape Verde (الرأس الأخضر)، وكان داروين تواقا إلى الاستفادة من معلوماته الجديدة، لذلك قضى العديد من الأيام في جمع العينات من منحدرات الجزر الصخرية. كان أحد مزاعم لايل الرئيسية هو أن بعض مناطق الأرض كانت ترتفع تدريجيا، تماما مثلما تهبط مناطق أخرى. (وأكد لايل أيضا أن هذه الظواهر كانت دائما متوازنة، وذلك من أجل «الحفاظ على تجانس العلاقات العامة بين البر والبحر»)[10]. ويبدو أن سانتياغو قد أكدت وجهة نظره. كان من الواضح أن الجزيرة كانت في الأصل بركانية، لكن كانت بها عدة سمات غريبة، من بينها شريط من الحجر الجيري الأبيض في منتصف المنحدرات السوداء. استنتج داروين أن الوسيلة الوحيدة لتفسير هذه السمات كانت تتمثل في اعتبارها تشكل دليلا على نتوء القشرة الأرضية Uplift. وكتب فيما بعد أن أول مكان «فحصته جيولوجيا قد أقنعني بالتميز اللامحدود لوجهات نظر لايل». ونتيجة لولع داروين بالجزء الأول من كتاب المبادئ طلب أن يشحن له الجزء الثاني ليلتقطه في مونتفيديو، ويبدو أن الجزء الثالث قد لحق به إلى جزر الفوكلاند[11].

وبينما كانت السفينة تبحر على طول الساحل الغربي لأمريكا الجنوبية كان داروين يقضي العديد من الأشهر في استكشاف تشيلي. وبعد ظهر أحد الأيام، وبعد أن ارتاح داروين من تسلق المنحدرات بالقرب من مدينة فالديفيا، لاحظ أن الأرض تحته قد أخذت تتمايل كأنها هلام. وكتب: «ترسل ثانية واحدة من الزمن إلى العقل فكرة غريبة من عدم الأمان، أكثر كثيرا مما يمكن أن تحدثه عدة ساعات من التفكير».

وبعد عدة أيام من وقوع الزلزال والوصول إلى كونسيبسيون Concepcion، وجد داروين أن المدينة بأكملها قد تحولت إلى حطام. وكتب: «إنها حقيقة مطلقة، أنه لم يبق منزل واحد يمكن العيش فيه». كان ذلك «أكثر مشهد إثارة للرعب

والاهتمام» رآه في حياته. وأظهرت سلسلة من القياسات المسحية التي أجراها فيتزروي حول ميناء كونسيبسيون أن الزلزال قد رفع الساحل بنحو ثماني أقدام. ومرة ثانية يبدو أن ما ورد في كتاب لايل «المبادئ» قد تأكد بشكل مدهش. ورأى لايل أن الزلازل المتكررة، مع مرور الوقت، يمكن أن ترفع سلسلة كاملة من الجبال لعدة آلاف من الأقدام.

وكلما زاد استكشاف داروين للعالم بدا له أنه يسير وفق مبادئ لايل. ووجد خارج ميناء فالباريزو Valparaiso رواسب لأصداف بحرية أعلى كثيرا من مستوى سطح البحر. اعتبر ذلك نتيجة لكثير من أحداث الرفع؛ كتلك التي كان قد شاهدها من فوره. وكتب فيما بعد: «كنت أعتقد دائما أن الميزة الكبيرة لكتاب «المبادئ» تتمثل في أنه غير الاتجاه الكلي لتفكير الإنسان». وفي أثناء وجوده في تشيلي اكتشف داروين كذلك نوعا جديدا ومهما من الضفادع، والذي أصبح يعرف بضفادع داروين التشيلية. كانت ذكور هذا النوع تحتضن صغارها في أكياسها الصوتية. فشلت البحوث الحديثة[12] في العثور على أي من ضفادع داروين التشيلية، ويعتقد الآن أن هذا النوع قد انقرض.

شاهد داروين، قرب نهاية رحلة السفينة بيغل، الشعاب المرجانية. وقد مكنه ذلك من تحقيق أول إنجازاته، وتمثل في الفكرة المدهشة التي سهلت دخوله إلى الدوائر العلمية في لندن. رأى داروين أن المفتاح لفهم الشعاب المرجانية هو التداخل بين البيولوجيا والجيولوجيا. فإذا تشكلت الشعاب حول جزيرة، أو على طول حافة قارية تغرق ببطء، فإنه يمكن للمرجان، عبر النمو ببطء نحو الأعلى، أن يحافظ على موقعه بالنسبة إلى الماء. وتدريجيا، ومع انخساف الأرض، يعمل المرجان حاجزا من الشعاب، وفي النهاية إذا غرقت الأرض كلية تكوّن الشعاب جزيرة مرجانية.

ذهبت أبحاث داروين إلى أبعد من أبحاث لايل، وإلى حد ما عارضته؛ حيث افترض الرجل العجوز أن الشعاب قد نمت من حواف البراكين المغمورة. لكن أفكار داروين كانت بطبيعتها متطرفة في السير على نهج لايل، لدرجة أنه عندما قدمها داروين إلى لايل، لدى عودته إلى إنجلترا، شعر الأخير بالسرور[13]. وكما قال مؤرخ العلوم مارتن رودويك إن لايل أدرك أن داروين كان أكثر تمسكا برؤية لايل منه[14].

لخص أحد كُتاب السير تأثير لايل في داروين كما يلي: «لولا لايل لما وجد داروين»[15]. وكتب داروين نفسه، بعد نشر تقريره عن رحلة بيغل، وبعد نشره مجلدا حول الشعاب المرجانية: «أشعر دائما كأن كتبي قد جاء نصفها من مخ لايل».

أما لايل، الذي رأى التغيير يحدث دائما، وفي كل مكان من العالم حوله، فقد رفض أن يحدث تجاوز لرؤيته عن الحياة، ووجد فكرة أن نوعا من النباتات أو الحيوانات قد يسبب، مع مرور الزمن، نشوء نوع جديد، هي فكرة لا يمكن تصورها، وكرس جزءا كبيرا من المجلد الثاني من كتاب «المبادئ» لمهاجمة هذه الفكرة، وفي إحدى المراحل استشهد بتجربة قطة كوفييه المحنطة لدعم اعتراضاته.

كانت معارضة لايل العنيدة للتحول، كما كانت معروفة في لندن، محيرة تماما مثلما كانت الحال مع كوفييه. أيقن لايل أن الأنواع الجديدة ظهرت بشكل منتظم في سجل الحفريات، لكن كيف نشأت هذه الحفريات؟ كان ذلك موضوعا لم يتناوله في الحقيقة، ما عدا القول بأنه من المحتمل أن كلا منها قد بدأ «بزوج منفرد، أو بفرد واحد، إذا ما كان الفرد الواحد كافيا»[16]، ثم تضاعفت أعدادها وانتشرت بعد ذلك. وهذه العملية، التي بدا أنها تعتمد على تدخل إلهي، أو على الأقل غامض، كانت على خلاف واضح مع التعاليم التي وضعها هو بنفسه للجيولوجيا. وبالفعل، كما لاحظ أحد المعلقين، بدا أنها تتطلب «نوعا من المعجزة بالضبط»[17]، وهذا ما عارضه لايل.

وبنظريته عن الانتقاء الطبيعي، كان داروين - مرة أخرى - ملتزما بنهج لايل أكثر من لايل نفسه، فقد أدرك داروين أنه مثلما تكونت سمات العالم غير العضوي - مثل الدلتا ووديان الأنهار وسلاسل الجبال - بواسطة التغير التدريجي، فإن العالم العضوي - بالمثل - كان خاضعا للتدفق المستمر، وقد جاءت الإكتيوصورات والبليسيوصورات والطيور والأسماك وحتى الإنسان - وهذا ما أوصل الأمور إلى قمة الإرباك والحيرة - من خلال عمليات تحول جرت عبر أجيال لا تحصى. وهذه العملية، على الرغم من أنها بطيئة على نحو لا يمكن إدراكه، كانت وفق داروين لاتزال مستمرة. وفي البيولوجيا، كما في الجيولوجيا، كان الحاضر يعتبر مفتاح الماضي. وفي أحد المقاطع الأكثر اقتباسا من كتاب «أصل الأنواع» On the origin of Species كتب داروين:

«يمكن القول إن الانتقاء الطبيعي يدقق يوميا، وكل ساعة[18]، في كل أنحاء العالم، بكل اختلاف مهما كان تافها، فيرفض ما هو سيئ، ويحافظ على كل ما هو جيد ويضمه، وذلك عبر العمل على نحو صامت وتدريجي كلما وأينما لاحت فرصة».

استبعد الانتقاء الطبيعي الحاجة إلى أي نوع من معجزات الخلق. فإذا منحنا الوقت الكافي، لكل «اختلاف مهما كان تافها» أن يتراكم، تبزغ أنواع جديدة من القديمة[19]. لم يُسارع لايل هذه المرة إلى كيل المديح لكتاب تلميذه؛ لكنه قَبِل - على مضض - نظرية داروين عن «التوريث مع التعديل» Descent with Modification. لقد كان شعوره بالامتعاض شديدا، لدرجة أن هذا الموقف أدى في النهاية إلى إفساد صداقتهما.

ونظرية داروين عن أصل الأنواع كانت تصلح أيضا كنظرية عن فناء هذه الأنواع. والانقراض والتطور كان كل منهما بالنسبة إلى الآخر بمنزلة القاعدة التي يبنى عليها نسيج الحياة، أو بالأحرى وجهين للعملة نفسها. كتب داروين: «ظهور أشكال جديدة، واختفاء القديمة، كانا مرتبطين كل منهما بالآخر». وكان الدفع بكليهما يمثل «الصراع من أجل البقاء» (Struggle for Existence)، والذي كان يكافئ الأصلح ويستبعد الأضعف.

تقوم نظرية الانتقاء الطبيعي[20] على اعتقاد أن كل شكل جديد، وفي النهاية كل نوع جديد، يتكون ويستمر بفضل امتلاكه أفضلية ما على أولئك الذين يتنافس معهم، والانقراض اللاحق للأشكال الأقل تفضيلا سيحدث بشكل شبه محتوم.

استخدم داروين الماشية المستأنسة أداةً للقياس، فعندما يجري إحضار سلالة أكثر نشاطا أو إنتاجا فإنها سرعان ما تحل محل السلالات الأخرى؛ ففي يوركشاير، مثلا، قال داروين: «من المعروف تاريخيا أن السلالة القديمة من الماشية السوداء حلّت محلها ذوات القرون الطويلة، وتلك بدورها «أُزيلت» بواسطة ذوات القرون القصيرة، كأن ذلك جرى بواسطة وباء قاتل».

أكد داروين بساطة الطرح الذي يقدمه؛ فقد كان الانتقاء الطبيعي يشكل قوة هائلة لدرجة أنه لم تكن هناك حاجة إلى أي قوة أخرى. وإلى جانب الأصول الإعجازية، كان يمكن الاستغناء عن الكوارث التي تغير العالم. وكتب ساخرا من

كوفييه بشكل ضمني: «أُقحم موضوع انقراض الأنواع ككل في غموض غير مبرر بشكل كبير».

ومن خلال أطروحات داروين برز تنبؤ مهم؛ فإذا كان الانقراض يحدث بسبب الانتقاء الطبيعى فقط، ولا يوجد أي سبب آخر لذلك، فإن العمليتين لا بد من أن تسيرا بالمعدل نفسه تقريبا. وإذا لم يكن الأمر كذلك، فإن الانقراض لا بد أن يحدث بصورة تدريجية أكثر.

وقد لاحظ ذات مرة أن «الانقراض التام لأنواع أي مجموعة عادة ما يكون عملية أبطأ من تكونها»[21].

لم يسبق لأحد أن شاهد تكوّن أي نوع جديد، ووفقا لداروين لا يفترض بأي شخص أن يتوقع حدوث ذلك؛ فتكوُّن الأنواع يحدث عبر فترة طويلة جدا؛ لدرجة أنه لا تمكن مشاهدته. وكتب يقول: «نحن لا نرى أي شيء من هذه التغيرات البطيئة في أثناء حدوثها». ولهذا، بدا لنا من المنطقي أن نقول إن مشاهدة الانقراض لا بد أن تكون أصعب كثيرا من مشاهدة التكوُّن، ولكنه لم يكن كذلك؛ ففي الواقع، وخلال السنوات التي قضاها داروين متحصنا في «داون هاوس» Dawn House يطوّر أفكاره بشأن التطور، اختفى آخر فرد من أكثر الأنواع المعروفة في أوروبا، وهو «طائر الأوك العظيم» Great Auk. فضلا على ذلك، وُثق هذا الحدث بعناية شديدة من قبل علماء الطيور البريطانيين. ومثَّل ذلك دحضا مباشرا لنظرية داروين بالحقائق، مع احتمال أن تترتب على ذلك نتائج كبيرة.

يشغل معهد التاريخ الطبيعى الآيسلندي مبنى جديدا على سفح تل منعزل خارج مدينة ريكيافيك Reykjavik. سقف المبنى مائل، وكذلك الحوائط الزجاجية، ويبدو كأنه مقدمة سفينة. صُمم المبنى كمنشأة أبحاث، وغير مسموح للعامة بدخوله، وذلك يعني أن الأمر يحتاج إلى الحصول على موعد خاص لرؤية أي عينات من مجموعة المعهد. وقد فهمت يوم موعد زيارتي أن المجموعة تتضمن نمرا وكنغارو محنطين، بالإضافة إلى حجرة مملوءة بطيور الجنة المُحنَّطة.

كان السبب في طلبي زيارة المعهد هو رؤية طائر الأوك العظيم؛ إذ تتمتع آيسلندا بتميز مثير للريبة، وهو أنها تمثل آخر موطن معروف لهذا الطائر، والعينة التي جئت لرؤيتها قتلت في مكان ما بآيسلندا - لا يعرف أي أحد المكان بالضبط - وذلك

في صيف العام 1821. اشترى الكونت الدنماركي فردريك كريستيان رابين Frederik Christian Raben جثة هذا الطائر، وكان قد جاء خصيصا للحصول على طائر الأوك ليضمه إلى مجموعته (وكاد يغرق في تلك المحاولة). أخذ رابين العينة معه إلى حصنه، وظل الطائر في أيدي الخاصة حتى العام 1971، حين عُرض في مزاد فى لندن. دعا معهد التاريخ الطبيعي إلى جمع التبرعات، وخلال ثلاثة أيام أسهم الآيسلنديون بما يعادل عشرة آلاف جنيه إسترليني لشراء الأوك[22]. (قالت إحدى السيدات، التي كان عمرها في ذلك الوقت عشر سنوات، إنها أفرغت حصالتها لذلك الغرض)، وقدمت شركة طيران آيسلندا مقعدين بالطائرة، واحدا لمدير المعهد والآخر للطائر في الصندوق.

كُلّف غودموندر غودمندسون Gudmundur Gudmundsson الذي هو الآن نائب مدير المعهد، بمهمة اصطحابي لمشاهدة الأوك. وغودمندسون هو خبير في مجال «المنخربات» Foraminifera، وهي مخلوقات بحرية دقيقة تتميز بأصدافها التي تعرف بـ «الدَّرقات» Tests. وفي طريقنا إلى رؤية الطائر توقفنا في مكتبه المملوء بصناديق فيها أنابيب زجاجية صغيرة، يحتوي كل منها على عينة من الدَّرقات التي أحدثت صوت خشخشة أشبه بالمطر الخفيف حين التقطها. وأخبرني غودمندسون أنه كان يترجم في أوقات فراغه. وقد أكمل منذ سنوات قليلة أول ترجمة آيسلندية لكتاب «حول أصل الأنواع». وقد وجد أن لغة النثر صعبة عند داروين - «جُمل داخل جُمل داخل جُمل» - فضلا على أن النسخة الآيسلندية من كتاب «أصل الأنواع» لم تلقَ إقبالا جيدا، ربما لأن كثيرا من الآيسلنديين يجيدون اللغة الإنجليزية.

اتجهنا إلى مخزن المعهد الذي يضم المجموعة. بدا النمر المُحنّط الملفوف في البلاستيك كأنه مستعد للانقضاض على الكنغر المُحنّط. كان الأوك العظيم Pinguinus Impennis واقفا بمفرده في صندوق من الزجاج العضوي، جاثما على صخرة صناعية بجوار بيضة غير حقيقية.

وكما يوحي الاسم، كان الأوك العظيم طائرا كبيرا، حيث يبلغ طول الفئات البالغة منه أكثر من قدمين ونصف القدم.

لم يكن الأوك يستطيع الطيران - وهو واحد من الطيور القلائل التي لا تطير في النصف الشمالي من الكرة الأرضية - حيث إن أجنحته القصيرة والغليظة بدت صغيرة على نحو كوميدي تقريبا قياسا بجسده، كان ظهر الأوك الموجود في ذلك

الصندوق مغطى بريش بني اللون، وربما كان ذلك الريش أسود اللون عندما كان الطائر حيا، غير أنه بهت فيما بعد. وقال غودمندسون عابسا: «الضوء فوق البنفسجي يُتلف الريش». كان ريش صدر الطائر أبيض، وكانت هناك بقعة بيضاء تحت كل عين مباشرة. جرى تحنيط هذا الطائر في لحظة كان فيها منقاره الكبير ذو الأخاديد المتشابكة - والذي يعتبر أبرز سماته المميزة - يميل قليلا إلى الأعلى. فأضفى عليه ذلك نفحة من الغرور المصحوب بالحزن.

قال غودمندسون إن طائر الأوك العظيم ظل معروضا في ريكيافيك حتى العام 2008، عندما أُعيد بناء المعهد بواسطة الحكومة الآيسلندية. في هذه المرحلة، كان من المفترض أن تبني وكالة أخرى مأوى جديدا للطائر، لكن عددا من الأحداث المؤسفة، بما في ذلك الأزمة المالية الآيسلندية، حال دون حدوث ذلك، وهذا هو السبب في جلوس طائر الأوك الكونت رابين على صخرة مزيفة في ركن مخزن المتحف. وعلى الصخرة، كان يوجد نقش مرسوم، ترجمه غودمندسون لي: «الطائر المعروض هنا قُتِل في العام 1821. وهو واحد من بين عدد قليل من طيور الأوك العظيم التي لاتزال موجودة».

وفي أوج أيامه، أي قبل أن يتوصل البشر إلى طريقة تمكنهم من الوصول إلى أماكن تعشيشه، كانت مناطق وجوده تمتد من النرويج حتى نيوفاوندلاند، ومن إيطاليا إلى فلوريدا، وكانت أعداده تُقدَّر بالملايين، وعندما وصل المستوطنون الأوائل إلى آيسلندا قادمين من إسكندنافيا، كان الأوك العظيم واسع الانتشار لدرجة أنه كان يُقدَّم بانتظام على الموائد. وعُثر على بقاياه في القرن العاشر فيما يشبه صفائح القمامة المنزلية. وبينما كنت في ريكيافيك، زرت متحفا مبنيا على بقايا ما يُعتقد أنه واحد من أقدم المباني في آيسلندا، بيت كبير مبني من شرائح تربة العشب. ووفقا لأحد عروض المتحف، كان طائر الأوك العظيم فريسة سهلة لقاطني آيسلندا في العصور الوسطى. وبالإضافة إلى زوج من عظام الطائر، كان العرض يتضمن شريط فيديو يُعيد تمثيل مواجهة سابقة بين الإنسان وهذا الطائر. وفي الفيديو، زحف شخص وهمي على ساحل صخري في اتجاه طائر أوك وهمي، وعندما اقترب منه أخرج عصا وضرب بها على رأس الطائر. جاء رد فعل الأوك على شكل صيحة تتراوح بين صوت الإوز وصوت الخنزير. وجدت أن الفيديو آسرا على نحو مثير للحزن، وقد شاهدته عدة مرات: زحفا ثم ضربة قوية تعقبها صيحة مدوية، ثم إعادة الشريط.

وفق أفضل التقديرات، فالأوك العظيم عاش كما يعيش البطريق. وفي الحقيقة، كانت طيور الأوك العظيم هي طيور البطريق الأصلية، وكانت تدعى كذلك - فأصل كلمة «بطريق» غامض، وربما يعود أصلها إلى الكلمة اللاتينية Pinguis التي تعني «سمين» - من قبل البحارة الأوروبيين الذين صادفوها في شمال الأطلنطي. وفيما بعد، عندما قابلت أجيال لاحقة من البحارة طيورا لا تطير، وذات ألوان مماثلة في نصف الكرة الجنوبي، أطلقوا عليها الاسم نفسه، مما أدى إلى كثير من اللغط، نظرا إلى أن الأوك والبطريق ينتسبان إلى عائلتين مختلفتين كليا (تكون البطاريق عائلة خاصة بها، بينما ينتمي الأوك إلى عائلة تضم «البفن» Puffins(*)، و«الغلموت» Guillemots(**)؛ وقد أظهر التحليل الجيني أن أقرب الأقارب الأحياء إلى الأوك العظيم هو «أبو موس» Razorbills[23] (***).

وكانت طيور الأوك العظيم سباحة ماهرة مثل البطاريق، وتؤكد روايات شهود العيان السرعة الفائقة لهذا الطائر في الماء[24] - فهي كانت تمضي معظم حياتها في البحر، لكنها في موسم التزاوج خلال شهري مايو ويونيو كانت تتمشى على الشاطئ في أعداد هائلة، وهناك كانت تضع بيضها المُعرّض للخطر. ومن الواضح أن الأمريكيين الأصليين كانوا يصطادون الأوك - وقد وجد أن أحد القبور القديمة في كندا يحتوي على أكثر من مائة منقار للأوك - كما كان يفعل الأوروبيون من العصر الحجري القديم: فقد وجدت عظام الأوك العظيم في المواقع الأثرية، كما في أماكن أخرى[25] في الدنمارك والسويد وإسبانيا وإيطاليا وجبل طارق. ومع وصول المستوطنين الأوائل إلى آيسلندا، كانت كثير من مواقع التزاوج الخاصة بها قد تعرضت للتخريب، وأصبح نطاق وجودها - على الأرجح - محدودا للغاية، ثم جاءت المذبحة الجماعية بعد ذلك.

ونتيجة لغنى نيوفاوندلاند بأسماك القد، بدأ الأوروبيون رحلات منتظمة إليها في بداية القرن السادس عشر. وعلى طول الطريق كانوا يصادفون حافة

(*) هو أوك يبني عشه في حُفر (من الطيور البحرية)، ويعيش في شمال الأطلنطي والقطب الشمالي، له رأس كبير. [المترجمان].

(**) طائر الأوك ذو الصدر الأسود، وله منقار حاد يعيش في أعشاش على المنحدرات. [المترجمان].

(***) أوك بلونين أبيض وأسود (طائر بحري) له منقار مُوسيٌّ حاد، ويعيش في شمال الأطلنطي وبحر البلطيق. [المترجمان].

ناتئة من الغرانيت وردية اللون تبلغ مساحتها نحو 50 فدانا، وكانت ترتفع فوق الموج قليلا. في الربيع كانت هذه الحافة تمتلئ بالطيور التي كانت تقف بعضها إلى جوار بعض، كتفا بكتف إن صح التعبير. كان كثير منها من نوع طيور الأطيش والغلموت؛ والبقية من نوع الأوك العظم. وتبعد هذه الحافة نحو 40 ميلا من الساحل الشمالي الشرقي لنيوفاوندلاند، وأصبحت تعرف بجزيرة الطيور أو، وفق بعض الروايات، جزيرة البطريق؛ وتعرف اليوم بجزيرة فنك Funk Island. وعندما كانت الرحلات الطويلة عبر الأطلنطي تشارف على نهايتها، وتصبح المؤن قليلة، كان اللحم الطازج يصبح ذا قيمة عالية، ولذلك انصب الاهتمام مباشرة على مدى سهولة التقاط طيور الأوك من على تلك الحافة. وفي تقرير يعود إلى العام 1534 كتب المستكشف الفرنسي جاك كارتييه Jacques Cartier أن بعض قاطني جزيرة الطيور كانوا «ضخاما مثل الإوز».

تُوجد هذه الطيور دائما في الماء، كونها غير قادرة على الطيران في الهواء[26]، نظرا إلى أنها لا تمتلك سوى أجنحة صغيرة... والتي تتحرك بها بسرعة في الماء، كما تطير الطيور الأخرى خلال الهواء. وما يضفي على الأمر روعة هو أن هذه الطيور سمينة؛ ففي أقل من نصف ساعة ملأنا زورقين تماما بها، كأنها كانت أحجارا، وبعد أن أكلنا قسما منها، ووضعنا قسما آخر جانبا لنأكله فيما بعد، رشت كل سفينة الملح على القسم المتبقي منها، وملأت خمسة أو ستة براميل بها.

وجدت بعثة بريطانية رست على تلك الجزيرة، بعد عدة سنوات، أنها «مملوءة بحشود كبيرة» من طيور الأوك؛ فساق الرجال «عددا كبيرا من تلك الحشود» إلى سفنهم، وقالوا إن النتائج كانت مرضية تماما على صعيد المذاق «لحمها جيد جدا ومغذٍّ». ثمة تقرير وضع سنة 1534 من قبل قبطان يُدعى ريتشارد ويتبورن Richard Whitbourne يصف طيور الأوك العظيم وهي تُساق إلى الزوارق بالمئات في كل مرة، كأن الله قد وضع البراءة في هذا المخلوق المسكين ليجعل منه وسيلة رائعة لتوفير الغذاء للإنسان[27].

وعلى مدى العديد من العقود التالية، وجدت استخدامات أخرى للأوك العظيم إلى جانب كونه مصدر غذاء (وكما لاحظ أحد المؤرخين «لقد استُغلت طيور الأوك العظيم في جزيرة فنك بكل الطرق التي تفتق عنها الذكاء البشري»)[28].

فقد استُخدمت طُعما للسمك، ومصدرا للريش لحشو المراتب، ووقودا. كما شُيدت حظائر حجرية على جزيرة فنك - ولاتزال آثارها موجودة حتى اليوم - حيث كانت الطيور تُجمَّع بداخلها إلى أن يجد أحدهم الوقت كي يذبحها، أو يبقي عليها. ويقول بحار إنجليزي يدعى آرون توماس Aaron Thomas، كان قد أبحر إلى نيوفاوندلاند على السفينة «إتش إم إس بوسطن» HMS Boston: إذا جئت لتحصل على ريشها فلا تجهد نفسك بقتلها، بل امسك بأحدها وانتف أفضل ريشها، ثم اترك طائر البطريق المسكين يمشي على غير هدى بجلده شبه العاري، والممزق ليهلك ببطء.

لا توجد أشجار على جزيرة فنك، مما يعني أنه لم يكن هناك شيء يمكن إشعاله. أدى ذلك إلى ممارسة أخرى ذكرها توماس. خذ وعاء وضع فيه بطريقا أو اثنين[29]، ثم أضرم نارا تحته، وهذه النار مصنوعة تماما من البطاريق المسكينة نفسها؛ فأجسامها كثيرة الدهون، ولذلك تشتعل فيها النار على الفور.

ويقدر أنه عندما رسا الأوروبيون أول مرة على جزيرة فنك[30] وجدوا ما يقرب من مائة ألف زوج من الأوك العظيم، وكانت تعتني بمائة ألف بيضة (ويعتقد أن الأوك كان يضع بيضة واحدة في العام يصل طولها إلى نحو خمس بوصات، وهي مبقعة، مثل لوحات جاكسون بولوك(*) Jackson Pollock باللونين البني والأسود). ومن المؤكد أن مستعمرة التزاوج على الجزيرة كانت كبيرة جدا، لتصمد على مدى أكثر من قرنين من السلب. ومع حلول أواخر القرن الثامن عشر تناقص عدد الطيور بشكل حاد. أصبحت تجارة الريش مربحة؛ مما جعل فرقا من الرجال يقضون الصيف كله على، جزيرة فنك، ليضعوا الطيور في الماء الحار وينتفوا ريشها. وفي العام 1785 قال جورج كارترايت George Cartwright، التاجر والمستكشف الإنجليزي، عن هذه الفرق: «الخراب الذي أحدثه هؤلاء لا يصدق»[31]، وتنبأ هذا التاجر أنه إذا لم يُوقف ما يفعلونه، فإن أعداد طيور الأوك العظيم «ستنحصر حتى تصبح لا شيئا».

وليس واضحا ما إذا كانت تلك الفرق قد قتلت بالفعل كل طيور الأوك حتى آخر فرد منها، أو أن هذه المذبحة قد قلَّصت أعدادها إلى أن أصبحت معرضة

(*) رسام أمريكي له دور رئيسي في حركة التجريد التعبيرية. [المترجمان].



الشكل رقم (9): الصورة التي رسمها أودوبون للأوك العظيم

للحظر تجاه قوى أخرى (ربما سبب تقلص الكثافة العددية تراجعَ احتمالات البقاء بالنسبة إلى بقية الأفراد، وهي ظاهرة تُعرف بـ «مفعول آلي» Allee effect(*). وعلى أي حال فإن التاريخ الذي يُحدد عادة لزوال الأوك العظيم من أمريكا الشمالية هو 1800. وبعد نحو 30 سنة، وبينما كان جون جيمس أودوبون John James Audubon يعمل على تأليف كتاب «طيور أمريكا» (Birds of America)، سافر إلى نيوفاوندلاند للبحث عن طيور الأوك العظيم ليرسمها على الطبيعة؛ لكنه لم يجد أيا منها، ولهذا اعتمد في رسم الصورة على طائر محنط من آيسلندا حصل عليه بواسطة تاجر من لندن. وفي وصفه للأوك العظيم كتب أودوبون أنه «نادر ويمكن العثور عليه مصادفة على ضفاف الأنهار في نيوفاوندلاند»[32]، وأن هذه الطيور «يقال إنها تتزاوج على صخرة موجودة على تلك الجزيرة»، وهذا تناقض غريب، إذ لا يمكن أن يقال عن طائر يتزاوج إنه يمكن العثور عليه «مصادفة».

وبعد أن أدت عملية تمليح طيور جزيرة فنك، ونتف ريشها وطهوها إلى اختفائها من تلك الجزيرة، لم يبق إلا مستعمرة واحدة كبيرة الحجم، على مستوى العالم،

(*) ظاهرة آلي في البيولوجيا تتميز بأنها تربط بين حجم التعداد أو كثافته ومتوسط صلاحية الفرد (الذي يقاس كمعدل النمو للفرد) في النوع. [المترجمان].

وذلك فوق جزيرة اسمها غيرفوغلاسكر Geirfuglasker، أو الجزيرة الصخرية للأوك العظيم، والتي تبعد نحو 30 ميلا جنوب غرب شبه جزيرة ريكيانز Reykjanes بآيسلندا. ولسوء حظ الأوك، أدى انفجار بركاني إلى تدمير جزيرة غيرفوغلاسكر في العام 1830. لم يترك ذلك للطيور إلا ملجأ وحيدا، بقعة على شكل جزيرة تعرف باسم إلدي Eldey. وفي ذلك الوقت بات الأوك العظيم يواجه تهديدا جديدا يتمثل في ندرته. كان بعض الأسياد، من أمثال الكونت رابين، يبحثون بحماس عن جلود هذه الطيور وبيوضها لأنهم كانوا يريدون استكمال مجموعاتهم. ومن أجل خاطر هؤلاء المتحمسين حدثت تصفية آخر زوج معروف من طيور الأوك على جزيرة إلدي في العام 1844.

وقبل أن أشرع في التوجه إلى آيسلندا، قررت أنني أرغب في رؤية آخر الأمكنة التي يوجد فيها الأوك. تقع جزيرة إلدي على بعد نحو عشرة أميال فقط من شبه جزيرة ريكيانز التي تقع جنوب ريكيافيك مباشرة. لكن ثبت أن الوصول إلى الجزيرة أكثر صعوبة مما كنت أتصور. وقد أخبرني كل من اتصلت به في آيسلندا أنه لم يتوجه أي إنسان إلى هناك على الإطلاق. وفي النهاية، اتصل صديق لي بأبيه الذي كان وزيرا بريكيافيك، والذي بدوره اتصل بصديق له، يدير مركزا طبيعيا في مدينة صغيرة على شبه جزيرة تسمى ساندغردي Sandgerdi. وبدوره، عثر مدير المركز الطبيعي، رينر سفينسون Reynir Sveinsson، على صياد سمك يدعى هولدر أرمانسون Halldor Armannsson الذي أبدى رغبته في اصطحابي، لكن بشرط أن يكون الطقس معتدلا، لأنه إذا كان الطقس ممطرا أو عاصفا ستكون الرحلة خطرة وكثيرة الغثيان، وأنه لا يريد أن يخاطر بذلك.

ولحسن الحظ كان الطقس في اليوم الذي اخترناه جميلا. قابلت سفينسون عند المركز الطبيعي، الذي يمثل أحد معروضاته المستكشف الفرنسي جان باتيست شاركو Jean-Baptiste Charcot الذي توفي عندما غرقت سفينته التي تحمل اسما مشؤوما وهو بوركوا-با Pourquoi-Pas، أي «لِمَ لا؟»، على حدود ساندغردي في العام 1936. سرنا إلى الميناء فوجدنا أرمانسون يحمل زورقه ستيلا Stella في صندوق. وقال إنه في داخل هذا الصندوق يوجد طوق نجاة إضافي. وهز كتفيه مستهجنا «إنها القوانين». كما أحضر أرمانسون رفيقه في الصيد، وصندوق تبريد

مملوءا بالمشروبات الغازية والمخبوزات. وبدا مسرورا لقيامه برحلة لا تتضمن صيد سمك القد.

أبحرنا تاركين الميناء واتجهنا جنوبا، حول شبه جزيرة ريكيانز. كانت السماء صافية لدرجة أننا تمكنا من رؤية قمة سنايفلسيوكل Snaefellsjokull المغطاة بالثلوج، والتي تبعد نحو ستين ميلا (بالنسبة إلى المتحدثين بالإنجليزية، ربما تعرف سنايفلسيوكل بأنها البقعة التي عثر عندها البطل - في رواية جول فيرن «رحلة إلى مركز الأرض» (A Journey to the Center of the Earth) – على نفق عبر الأرض. وحيث إن إلدي أصغر كثيرا من سنايفلسيوكل فإنها لم تكن بادية للعيان بعد. قال سفينسون إن إلدي تعني «جزيرة النار». وأضاف أنه على الرغم من أنه أمضى كل حياته في تلك المنطقة فإنه لم يسبق له أن ذهب إليها قط. أحضر سفينسون معه آلة تصوير بديعة، وأخذ يلتقط الصور بشكل مستمر تقريبا.

وبينما كان سفينسون يلتقط الصور تباعا، تبادلت أنا وأرمانسون أطراف الحديث داخل الكابينة الصغيرة على القارب ستيلا. استغربت عندما رأيت اختلافا مثيرا في لون عينيه، كانت واحدة زرقاء والأخرى عسلية اللون. أخبرني أنه عندما يصطاد سمك القد يستخدم حبلا طويلا يمتد ستة أميال، معلقا به اثنا عشر ألف صنارة صيد. كانت وظيفة أبيه وضع الطعم على الصنارات، الأمر الذي يستغرق منه يومين تقريبا. ويصل وزن ما يصطاده إلى أكثر من سبعة أطنان مترية؛ إذا كان اليوم مثمرا. وكثيرا ما ينام أرمانسون في القارب ستيلا المزود بميكروويف ومضجعين بسيطين.

وبعد فترة ظهرت جزيرة إلدي في الأفق. بدت الجزيرة كأنها قاعدة لعمود ضخم، أو قاعدة ضخمة تنتظر تمثالا أضخم. وعندما اقتربنا على بعد ميل، أو نحو ذلك من الجزيرة، كان في إمكاني رؤية قمة الجزيرة التي كانت تبدو من بعد كأنها منبسطة، ولكنها في الواقع كانت تميل بزاوية قياسها نحو عشر درجات. كنا نقترب من الجزيرة من جانبها «الأقصر»، وهكذا كان في استطاعتنا النظر عبر سطح الجزيرة بأكمله. كان أبيض اللون، ويبدو كأنه يتموج. وعندما اقتربنا أكثر، اتضح لي أن هذا التموج كان عبارة عن طيور - عدد هائل من الطيور، بدت كأنها تغطي سطح الجزيرة - وعندما اقتربنا أكثر كان في استطاعتي أن أرى تلك الطيور، هي من نوع

«الأطيش» gannets - مخلوقات أنيقة، برقاب طويلة، ورؤوسها في لون الكريمة (القشدة)، ومنقارها مدبب. وأوضح لي سفينسون أن جزيرة إلدي كانت مأوى لأكبر مجموعة من طيور الأطيش الشمالية في العالم – نحو ثلاثين ألف زوج. وأشار إلى بناء هرمي الشكل يعلو الجزيرة. كان عبارة عن منصة أنشأتها وكالة البيئة الآيسلندية لتوضع عليها كاميرا ويب. كان المفترض أن تقدم شريطا حيا عن طيور الأطيش لمشاهدي الطيور، لكنها لم تعمل كما كان مخططا.

قال سفينسون: «إن الطيور لا تحب هذه الكاميرا، ولذا هي تطير فوقها وتتبرز عليها. وقد أدى الذرق الناتج من ثلاثين ألف زوج من طيور الأطيش إلى كسوة أرض الجزيرة بما يشبه طبقة من الفانيليا».

وبسبب طيور الأطيش، وربما أيضا بسبب تاريخ الجزيرة، لم يكن مسموحا للزوار بأن يطأوها بأقدامهم من دون إذن خاص (وهو إذن يصعب الحصول عليه). وعندما علمت بذلك كنت محبطا، لكن عندما أصبحت على أرض الجزيرة، ورأيت الطريقة التي يرتطم بها البحر على المنحدرات، شعرت بالراحة.

كان آخر من رأى الأوك العظيم حيا نحو اثني عشر آيسلنديا، وهم الذين قاموا بالرحلة إلى إلدي بواسطة قارب تجديف بدأوا الرحلة في إحدى أمسيات يونيو من



الشكل رقم (10)

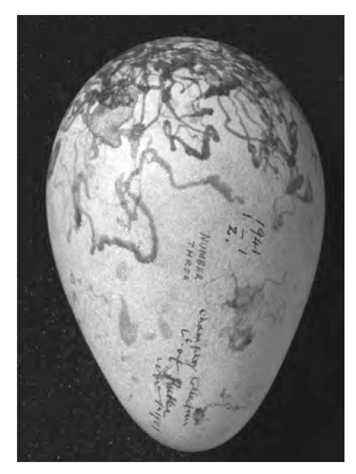
العام 1844، وجدفوا بالقارب طوال الليل، ووصلوا إلى الجزيرة في صباح اليوم التالي، وبصعوبة تمكن ثلاثة منهم من تسلق الشاطئ في المنطقة الوحيدة التي يمكن الرسو عليها: وهي عبارة عن حافة صخرية ضحلة تمتد من الجزيرة إلى الشمال الشرقي (ورفض الشخص الرابع الذي كان من المفترض أن يذهب معهم، النزول متعللا بأن ذلك فيه خطورة كبيرة). وفي ذلك الوقت يبدو أن التعداد الكلي لطيور الأوك على تلك الجزيرة، علما أنها لم تُوجد أبدا بأعداد كبيرة هناك، كان يتكون من زوج واحد من الطيور وبيضة واحدة. وعندما رأت طيور الأوك البشر حاولت أن تهرب، لكنها كانت بطيئة، وخلال دقائق جرى الإمساك بها وخنقها من قبل أولئك الآيسلنديين. أما البيضة، فوجدوا أنها متشققة، حيث يعتقد أن ذلك حدث خلال عملية المطاردة، ولذلك قرروا تركها. واستطاع اثنان من الرجال القفز إلى القارب، أما الثالث فقد سُحِب عبر الأمواج بواسطة حبل.

تفاصيل اللحظات الأخيرة للأوك العظيم، بما في ذلك أسماء الرجال الذين قتلوا تلك الطيور - وهم سيغوردر آيزلفسون Sigurdur Iselfsson، وكيتيل كيتلسون Ketil Ketilsson، وجون براندسون Jon Brandsson - كانت معروفة، لأنه بعد أربعة عشر عاما، في صيف العام 1858، توجه اثنان من علماء الطبيعة البريطانيين إلى آيسلندا بحثا عن الأوك. كان الأكبر سنا، وهو جون وولي John Wolley، طبيبا وجامعا متحمسا للبيض، والأصغر، ألفريد نيوتن Alfred Newton، كان زميلا بجامعة كامبريدج، وسرعان ما أصبح أول أستاذ عرفته تلك الجامعة في علم الحيوان. أمضى الاثنان عدة أسابيع في شبه جزيرة ريكيانز، في مكان لا يبعد كثيرا عن الموقع المعروف الآن لمطار آيسلندا الدولي، وخلال وجودهما، يبدو أنهما تحدثا مع كل شخص يكون قد شاهد الأوك، أو حتى مجرد سمع به، بما في ذلك العديد من الرجال الذين شاركوا في حملة العام 1844.

وقد اكتشفا أن زوج الطيور الذي قتل في تلك الرحلة بِيع بما يعادل تسعة جنيهات تقريبا. كما أُرسلت أحشاء الطيور إلى المتحف الملكي في كوبنهاغن؛ أما الجلود فلا أحد يعلم ما الذي حل بها. وكشفت التحقيقات اللاحقة التي تعقبت جلد الأنثى أنه موجود على طائر أوك معروض الآن في متحف التاريخ الطبيعي بلوس أنغلوس[33].

كان وولي ونيوتن يأملان التوجه إلى جزيرة إلدي بنفسيهما لكن الطقس السيئ منعهما من ذلك. وقد كتب نيوتن لاحقا عن ذلك يقول: «جرى تجهيز القوارب والرجال، وجرى وضع المؤونة، لكن لم تمر أي فرصة كان النزول خلالها على سطح الجزيرة أمرا ممكنا»، ثم أضاف: «بقلوب مملوءة بالحزن شاهدنا الموسم يفلت منا»[34].

توفي وولي بعد عودة الاثنين إلى إنجلترا بفترة قصيرة. وبالنسبة إلى نيوتن فإن التجربة المستقاة من تلك الرحلة قد غيرت حياته. وتوصل إلى أن الأوك لم يعد موجودا، حيث يقول: «لذلك في واقع الأمر يمكننا التحدث عنه على أنه أصبح شيئا من الماضي». كما تطور لديه «انجذاب خاص»، كما أشار أحد كتَّاب السيرة «نحو الحيوانات المنقرضة وتلك التي تمر في طور الاختفاء»[35]. أيقن نيوتن أن الطيور التي تتكاثر على طول ساحل بريطانيا كانت هي الأخرى في خطر؛ وأشار إلى أنه يجري صيدها لأغراض التسلية بأعداد كبيرة. وقال في حديث موجه إلى أعضاء الجمعية البريطانية لتقدم العلوم: «الطائر الذي نصطاده هو أب وأم... إننا نستغل أكثر غرائزها قداسة لنتربص بها، وبحرمان الأب والأم من الحياة نكون قد حكمنا على الذرية المسكينة بأكثر أنواع الموت بؤسا، وهو الجوع. إذا لم تكن هذه قسوة، فما هي القسوة؟». دفع نيوتن بحظر الصيد في أثناء موسم التكاثر، ونجح بضغطه في ظهور أول القوانين التي قد يطلق عليها هذه الأيام حماية الحياة البرية: قانون حماية طيور البحر.



الشكل رقم (11): كانت طيور الأوك العظيم تضع بيضة واحدة فقط كل عام

في الحقيقة نشر داروين أول بحث له عن الانتقاء الطبيعي في اللحظة نفسها التي عاد فيها نيوتن إلى إنجلترا من آيسلندا. وقد ظهر هذا البحث في «مجلة وقائع الجمعية اللينيوسية»(*) Journal of the proceedings of the Linnean Society - بمساعدة لايل - حيث نشر على عجل فور علم داروين أن هناك عالما طبيعيا شابا يدعى ألفريد راسل والاس Alfred Russel Wallace في طريقه إلى فكرة مماثلة (وقد نشر بحث والاس في عدد المجلة نفسه). قرأ نيوتن مقال داروين فور ظهوره، وسهر لايل حتى وقت متأخر من الليل لينتهي من قراءته، وتحول على الفور إلى مؤيد. وعندما استذكر الأمر لاحقا، قال: «لقد وصلتني الفكرة كأنها إلهام مباشر من قوة عليا»[36]. ثم أضاف: «استيقظت في صباح اليوم التالي وقد أدركت أن تلك العبارة البسيطة (الانتقاء الطبيعي) قد وضعت حدا لكل ذلك اللغز». وقد كتب إلى صديق ليخبره أنه أصبحت لديه حالة من «الداروينية الصرفة والمستفحلة»[37]. أصبح نيوتن وداروين يتراسلان، وفي إحدى المرات أرسل نيوتن إلى داروين قدما لطائر حجل مريض، حيث اعتقد أنها قد تكون ذات أهمية له، وفي نهاية الأمر أصبح الرجلان يتزاوران اجتماعيا.

وإذا كان موضوع الأوك العظيم قد طرح في مناقشاتهما أو لم يطرح[38]، فإن ذلك أمر غير معروف، ولم يذكر في المراسلات التي لاتزال موجودة حتى الآن بينهما، كما لم يلمح داروين إلى ذلك الطائر، أو إلى نفوقه الذي حدث منذ فترة قريبة، في أي من كتاباته الأخرى. لكن لا بد من أن داروين كان على علم بالانقراضات الأخرى التي سببها البشر؛ فقد شاهد بنفسه في جزر غالاباغوس حالة قريبة جدا من الانقراض، إن لم تكن بالفعل حالة انقراض قيد الحدوث.

زار داروين ذلك الأرخبيل في خريف العام 1835، أي بعد نحو أربع سنوات من انطلاق رحلة سفينة بيغل، وعلى جزيرة تشارلز - التي تُعرف الآن بفلوريانا Floreana - قابل رجلا إنجليزيا يدعى نيكولاس لاوسون Nicholas Lawson، كان قائما بأعمال حاكم جزر غالاباغوس، وفي الوقت نفسه آمرا على مستعمرة عقابية صغيرة ووضيعة إلى حد ما.

(*) سُميت المجلة بهذا الاسم نسبة إلى عالم النبات والحيوان والطبيب السويدي كارل لينيوس (1707 - 1778). [المحرر].

كان لدى لاوسون كثير من المعلومات المفيدة. ومن بين الحقائق التي أدلى بها لداروين أنه في كل جزيرة في غالاباغوس كان للسلاحف أصداف مختلفة الشكل. وعلى هذا الأساس زعم لاوسون أنه يمكنه تحديد الجزيرة التي جاءت منها أي سلحفاة[39]. كما أخبر داروين أن أيام السلاحف كانت معدودة؛ فقد كان يمكن زيارة الجزر من قبل سفن صيد الحيتان، التي كانت تشحن تلك الحيوانات الضخمة على أنها مؤن منقولة. ومنذ سنوات قليلة فقط زارت فرقاطة جزيرة تشارلز، وعند مغادرتها الجزيرة أخذت في مخازنها مائتي سلحفاة. ونتيجة لذلك، ذكر داروين في مذكراته «تناقص عدد السلاحف بشكل ملحوظ». وعندما زارت سفينة بيغل الجزيرة كان وجود السلاحف قد أصبح نادرا؛ لدرجة أن داروين، كما يبدو، لم يرَ أي سلحفاة. وتنبأ لاوسون بأن سلاحف تشارلز التي تعرف بالاسم العلمي تشيلونويدس إليفانتوبوس Chelonoidis Elephantopus قد تختفي كليا خلال عشرين عاما. في الحقيقة، من المرجح أنها اختفت في أقل من عشر سنوات[40]، (ولايزال هناك جدل بشأن إذا كان تشيلونويدس إليفانتوبوس نوعا مستقلا أم أنه نوع فرعي).

ويتضح إلمام داروين بالانقراض الذي يسببه البشر كذلك من كتاب «أصل الأنواع»؛ ففي أحد المقاطع العديدة التي يبدي فيها كثيرا من الازدراء تجاه مؤيدي نظرية الكوارث الطبيعية، يلاحظ داروين أن الحيوانات تصبح نادرة حتما قبل أن تنقرض: «إننا نعرف أنه هكذا جرت الأمور بالنسبة إلى تلك الحيوانات التي أُبيدت إما محليا وإما كليا بفعل البشر». إنه تلميح موجز ولكنه يحمل دلالات واضحة على الرغم من اقتضابه. يفترض داروين أن قراءه على علم بمثل هذه «الأحداث»، ومعتادون إياها بالفعل. ولم يجد هو نفسه أي شيء غير عادي أو مقلق بشأن ذلك. لكن بالطبع، الانقراض الذي يسببه الإنسان مقلق لعدة أسباب، بعضها له علاقة بنظرية داروين نفسها، وإنه لأمر محير أن كاتبا بحنكة داروين وقدرته على نقد الذات، لم يلحظ ذلك.

في كتاب أصل الأنواع، لم يميِّز داروين بين الإنسان والكائنات الأخرى. وقد أقر هو والعديد من معاصريه بأن هذه المساواة هي أكثر وجهات النظر راديكالية في كتابه؛ فالبشر، مثل أي نوع آخر، تحدروا، مع تعديل في المواصفات، من

أسلاف أكثر قدما. وحتى تلك الصفات التي يبدو أن الناس يتفردون بها - مثل اللغة والحكمة، والإحساس بالخطأ والصواب - قد تطورت بالطريقة نفسها التي تطورت بها الصفات التكيفية الأخرى، مثل المناقير الأطول، والأسنان والقواطع الأكثر حدة. وكما قال أحد كتَّاب سيرة داروين فإن «إنكار الحالة الخاصة للبشر يشكل جوهر نظرية داروين»[41].

وما ينطبق على التطور، يجب أن ينطبق أيضا على الانقراض، لأنه وفقا لداروين، يُعتبر الأخير مجرد أثر جانبي للأول؛ فالأنواع أبيدت مثلما خلقت، وذلك، عن طريق «أسباب بطيئة الحدوث ولاتزال موجودة»، أي من خلال المنافسة والانتقاء الطبيعي، والحديث عن أي آلية أخرى، لم يكن سوى نوع من التعمية. لكن كيف، إذن، يمكن تفسير حالات مثل الأوك العظيم، أو سلحفاة جزيرة تشارلز، والقائمة طويلة، طائر الدودو dodo، أو بقرة ستيلار البحرية Steller's sea cow؟، وكل هذه الحيوانات من الواضح أنها لم تنقرض بسبب قيام نوع منافس بتطوير تدريجي لميزة تنافسية معينة. لقد قتلت جميعها من قبل النوع نفسه، وعلى نحو مفاجئ تماما - في حالة الأوك العظيم وسلحفاة جزيرة تشارلز - حدث ذلك في أثناء حياة داروين؛ فإما أنه كان يجب تخصيص فئة مستقلة للانقراض الذي يسببه البشر، وفي هذه الحالة كان الناس يستحقون فعلا أن يكونوا «حالة خاصة» كمخلوق خارج الطبيعة، وإما أنه كان ينبغي إيجاد مكان في النظام الطبيعي للكارثة البيولوجية، وفي هذه الحالة سنجد أن كوفييه كان - للأسف - على صواب.

4

مصير الأمونيتات

ديسكوسكفايتس جيرسينسيس
Discoscaphites jerseyensis

تقع مدينة غوبيو Gubbio الجبلية على بعد نحو مائة ميل شمال روما، ويمكن وصفها بأنها مدينة أحفورية، فشوارعها ضيقة لدرجة أنه في كثير منها من الصعب مرور حتى أصغر سيارة من نوع فيات، وميادينها ذات حجر رمادي اللون، تبدو إلى حد كبير مثلما كانت في عصر دانتي (وفي الحقيقة، كان أحد مواطني غوبيو المتنفذين، والذي عُيّن عمدة لمدينة فلورنسا، هو من خطط لنفي دانتي في العام 1302). وفي حال زرت المدينة في الشتاء، كما فعلت أنا، وهو الوقت الذي لا يوجد فيه سياح، وتكون الفنادق مغلقة، ويصبح قصر المدينة الخلاب مهجورا، سيبدو لك تقريبا كأن المدينة مسحورة وتنتظر من يوقظها.

«كانت الأمونيتات تُعرف في إنجلترا في العصور الوسطى على أنها «أحجار الثعبان»، وفي ألمانيا كانت تُستخدم لعلاج الأبقار المريضة. وكانوا في الهند - وإلى حد ما لايزالون - يشيرون إليها على أنها تمثل تجليات فيشنو»

وفيما وراء حافة المدينة مباشرة، يوجد وادٍ ضيق يؤدي إلى الشمال الشرقي، تتكون حوائط هذا الوادي الذي يُعرف باسم غولا ديل بوتاتشيوني Gola del Bottaccione من حزم من الحجر الجيري الذي يتخذ شكل خطوط مائلة، وقبل استقرار الناس في المنطقة بزمن طويل – أي قبل وجود الناس بزمن طويل – كانت مدينة غوبيو تقبع في قاع بحر أزرق رائق، وكانت بقايا المخلوقات البحرية الصغيرة تتساقط على أرضية ذلك البحر، متراكمة سنة بعد سنة، وقرنا إثر قرن، وألفية تلو أخرى. وفي أثناء عملية نتوء القشرة الأرضية التي أدت إلى تكوّن جبال الأبنين Apennine Mountains جرى رفع الحجر الجيري، وإمالته بزاوية مقدارها 45 درجة. وصعود هذا الوادي الضيق يعني السفر، طبقة إثر طبقة عبر الزمن. وضمن نطاق لا يتجاوز بضع مئات من الياردات يمكنك أن تجتاز مائة مليون سنة تقريبا.

وقد غدا وادي غولا ديل بوتاتشيوني - بفضل ذلك - وجهة سياحية، علما أن زواره هم من الفئة الأكثر تخصصا.

وفي أواخر سبعينيات القرن العشرين، جاء إلى هذا الوادي الجيولوجي والتر ألفاريز لدراسة أصول جبال الأبنين، ثم انتهى به الأمر بالمصادفة - تقريبا - إلى إعادة كتابة تاريخ الحياة، لقد اكتشف في هذا الوادي الضيّق أول آثار للكويكب العملاق الذي أنهى العصر الطباشيري، وتسبب فيما يمكن أن يكون أسوأ يوم على الإطلاق على كوكب الأرض. وبعد استقرار الغبار – بالمعنيين الحرفي والمجازي – كان قد قُضي على نحو ثلاثة أرباع الأنواع.

والدليل على اصطدام الكويكب يكمن في طبقة رقيقة من الطين موجودة في منتصف منحدر ذلك الوادي الضيق، ويمكن لزوار الموقع ترك سياراتهم عند مدخل فرعي شُيِّد بالقرب من الموقع، كما يوجد كشك صغير يشرح - باللغة الإيطالية - أهمية الموقع، ومن السهل التعرف على طبقة الطين. لقد جرى تجويفها بمئات الأصابع، وهو ما يُذكِّر - إلى حد ما - بأصابع أقدام تمثال سانت بيتر البرونزي في روما، والتي اهترأت بسبب قبلات الحجاج. في اليوم الذي زرت فيه الموقع، كان الجو كئيبا وعاصفا، فاستفردت بالمكان، وتساءلت: ما الذي أحدث كل هذا العبث بالأصابع؟ هل كان ذلك مجرد فضول؟ أم أنه شكل من أشكال التمعن في جيولوجيا

المكان؟ أو أنه ينم عن شيء أكثر تعاطفا: الرغبة في التواصل – ولو بشكل طفيف – مع عالم مفقود؟ وبالطبع، كان عليَّ أنا أيضا أن أُدخل إصبعي، حيث حرَّكتها في ذلك الأخدود وانتزعت قطعة صغيرة من الطين في حجم حصوة: كانت تتمتع بلون الطوب المتهرئ، وبتماسك الطين الجاف، ووضعتها في لفافة حلوى قديمة خبأتها في جيبي، كانت تلك حصتي الصغيرة من الكارثة الكوكبية.

يتحدر والتر ألفاريز Walter Alvarez من عائلة من العلماء ذات تاريخ متميز، كان والد جده وجده طبيبين مشهورين، وكان أبوه لويس عالم فيزياء بجامعة كاليفورنيا – بيركلي. غير أن والدته هي التي اصطحبته للسير في تلال بيركلي مسافات طويلة، وجعلته مهتما بالجيولوجيا. كانت دراسته العليا بجامعة برنستون، ثم ذهب ليعمل في صناعة البترول (كان يعيش في ليبيا عندما استولى معمر القذافي على الحكم في العام 1969). وبعد سنوات قليلة حصل على وظيفة بحثية بمرصد لامونت – دوهيرتي الأرضي Lamont-Doherty Earth Observatory، الذي يقع على ضفة نهر هدسون في الجهة المقابلة لمانهاتن. وفي ذلك الوقت، كانت «ثورة



الشكل رقم (12): الطبقة الطينية في غوبيو، وهناك قطعة حلوى تُشير إلى تلك البقعة

الصفائح التكتونية» تجتاح المهنة، وكان كل فرد في لامونت تقريبا منخرطا فيها.

قرر ألفاريز أن يحاول التوصل إلى الكيفية التي تكونت بها شبه الجزيرة الإيطالية، بناء على الصفائح التكتونية. كان مفتاح المشروع نوعا من الحجر الجيري المائل إلى الاحمرار، يُعرف باسم سكاغليا روسو Scaglia Rosso الذي يمكن أن يوجد، من بين أماكن أخرى، في وادي غولا ديل بوتاتشيوني. تقدم المشروع فترة ثم تعثر، ثم تحول اتجاهه. وقد قال ألفاريز - فيما بعد - عن تلك الأحداث: «أحيانا أن تكون محظوظا أفضل من أن تكون ذكيا»[1]. وفي النهاية، وجد نفسه يعمل في مدينة غوبيو مع جيولوجية إيطالية تدعى إيزابيلا بريمولي سيلفا Isabella Premoli Silva، وكانت خبيرة في مجال المنخربات.

والمنخربات التي تُعرف اختصارا بـ Forams، هي مخلوقات بحرية صغيرة تكوّن أصدافا من الكالسيت تُعرف بالدرقات، حيث تهوي إلى قاع المحيط بمجرد أن يموت الحيوان بداخلها. ولهذه الدرقات شكل مميز ويتغير من نوع إلى آخر، يبدو البعض منها مثل خلايا النحل بعد التكبير، والآخر كأنه ضفائر أو فقاعات أو عناقيد من العنب. تميل المنخربات إلى الانتشار على نطاق واسع، ويُحافظ عليها بوفرة؛ مما يجعلها مفيدة للغاية كحفريات مرجعية، إذ إنه بناء على نوع



الشكل رقم (13): تأتي المنخربات في أشكال متميزة وأحيانا تبدو غريبة الأطوار

المنخربات الموجودة في طبقة ما من الصخور يستطيع الخبير – مثل سيلفا – أن يُحدد عمر الصخرة. وبينما كانا يصعدان في وادي غولا ديل بوتاتشيوني لفتت سيلفا نظر ألفاريز إلى وجود تسلسل غريب؛ فقد كان الحجر الجيري من آخر مرحلة في العصر الطباشيري يحتوي على منخربات متنوعة ووفيرة وكبيرة نسبيا، وفوق ذلك مباشرة كانت هناك طبقة من الطين يبلغ سمكها نحو نصف بوصة، ولا توجد بها منخربات، وفوق الطين كان يوجد حجر جيري يحتوي على منخربات، لكن هذه المنخربات كانت تنتمي إلى حفنة من الأنواع، كلها دقيقة جدا، وتختلف جميعها عن الأنواع الأكبر حجما الموجودة في الطبقة السفلى.

كان ألفاريز في أثناء حياته الدراسية من أشد المؤمنين بما يُعرف بـ «التماثلية»، على حد قوله[2]. فقد لُقِّن، وفقا لنهج لايل وداروين، أن اختفاء أي مجموعة من الكائنات لا بد أن يحدث تدريجيا، أي أن ينقرض أحد الأنواع ببطء، ثم يعقبه نوع آخر، ثم نوع ثالث... وهكذا. ولكن، عندما نظر إلى التسلسل الموجود في الحجر الجيري بمدينة غوبيو، فإنه رأى شيئا مختلفا، فقد وجد العديد من أنواع المنخربات في الطبقة السفلى التي بدا أنها اختفت فجأة وبشكل جماعي، وفي الوقت نفسه تقريبا، وكما ذكر ألفاريز فيما بعد، فإن العملية كلها بالتأكيد بدت مفاجئة إلى حد كبير، ثم كانت هناك حالة من التزامن الغريب، فقد بدا أن المنخربات ذات الحجم الكبير قد اختفت تقريبا في الوقت نفسه الذي نفق فيه آخر ديناصور، وبدا الأمر لألفاريز على أنه أكثر من مجرد مصادفة، واعتقد أنه من المهم والمثير أن يعرف بالضبط كم من الزمن تمثل تلك النصف بوصة من الطين.

حصل ألفاريز في العام 1977 على وظيفة بجامعة بيركلي، حيث كان والده لويس لايزال يعمل، وأحضر معه إلى كاليفورنيا بضع عينات من مدينة غوبيو، وبينما كان والتر يدرس الصفائح التكتونية، حصل لويس على جائزة نوبل، كما أنه طوّر أول مُعجل بروتونات خطي Linearproton Accelerator، وابتكر نوعا جديدا من حجرة الفقاعات Bubble Chamber، وصمم العديد من نظم الرادار الابتكارية، وشارك في اكتشاف التريتيوم Tritium. عُرِف لويس في أوساط بيركلي بـ «رجل الأفكار المجنونة». وبسبب جدال أُثير بشأن ما إذا كانت هناك حجرات مملوءة

بالكنوز داخل ثاني أكبر الأهرامات في مصر، صمم في إحدى المرات اختبارا يتطلب تركيب كشاف ميون Muon Detector في الصحراء (أظهر الكشاف أن الهرم كان في الواقع عبارة عن صخرة صلبة). وفي مرة أخرى أثار اهتمامه اغتيال جون كنيدي، وأجرى تجربة تتضمن وضع شريط لاصق حول بطيخة من نوع الشمام، وأطلق عليها النار من بندقية (أثبتت التجربة أن حركة رأس رئيس الجمهورية بعد إصابته متسقة مع ما ذكره تقرير لجنة وارين Warren). وعندما أخبر والتر أباه بلغز مدينة غوبيو، انجذب لويس إلى الأمر، وكان لويس هو الذي جاء بالفكرة الغريبة، وهي قياس عمر الطين باستخدام عنصر الإيريديوم Iridium.

والإيريديوم عنصر نادر الوجود جدا على سطح الأرض، لكنه أكثر شيوعا في النيازك. تتساقط قطع صغيرة من النيازك على الكوكب بشكل مستمر، وذلك على شكل حبيبات مجهرية من الغبار الكوني. توصل لويس إلى أنه كلما طال الوقت الذي استغرقته طبقة الطين لتتراكم، ازدادت كمية الغبار الكوني الذي يُفترض أن يكون قد سقط عليها، ويعني ذلك زيادة الإيريديوم الذي تحتويه[3]. اتصل لويس بزميل في بيركلي يدعى فرانك أسارو Frank Asaro، والذي كان مختبره واحدا من المختبرات القليلة المزودة بأجهزة مؤهلة لتحاليل من هذا النوع. وافق أسارو على إجراء اختبارات على بعض العينات، بيد أنه قال إنه كان يشك تماما في أنه سيصل إلى أي شيء مفيد. أعطاه والتر بعض عينات من الحجر الجيري من فوق طبقة الطين، وبعض عينات من تحتها، وبعض العينات من الطين نفسه، ثم انتظر. وبعد تسعة أشهر جاءه اتصال هاتفي، فقد كانت هناك مشكلة عويصة في العينات المأخوذة من طبقة الطين، إذ إن كمية الإيريديوم الموجودة فيها كانت مرتفعة جدا.

لم يستطع أحد تفسير ذلك، هل هو حالة شاذة وغريبة، أو شيء آخر أكثر أهمية؟ طار والتر إلى الدنمارك لجمع بعض الرواسب التي تعود إلى نهاية العصر الطباشيري من مجموعة من الجروف الجيرية التي تُعرف باسم ستيفنز كلينت Stevns Klint، وعند ستيفنز كلينت تتجلى نهاية العصر الطباشيري على شكل طبقة من الطين ذات لون أسود كالفحم، وله رائحة السمك الميت. وعند تحليل تلك العينات الدنماركية ذات الرائحة الكريهة، كشفت هي الأخرى عن وجود مستويات هائلة من عنصر الإيريديوم، كما كشفت مجموعة ثالثة من العينات المأخوذة من

الجزيرة الجنوبية في نيوزيلندا عن وجود «ارتفاع»[4] في تركيز عنصر الإيريديوم عند نهاية العصر الطباشيري مباشرة.

تفاعل لويس مع تلك الأخبار - على حد وصف أحد زملائه «مثل سمكة قرش شمت رائحة دم»، لقد استشعر فرصة اكتشاف عظيم. تطرق آل ألفاريز إلى عدة نظريات، غير أن معظمها إما أنه لم يتلاءم مع البيانات المتاحة، وإما استُبعد بعد مزيد من الاختبارات. ثم في النهاية، وبعد مضي عام تقريبا، كانت كل الطرق التي سلكوها خلاله مسدودة، توصلوا إلى فرضية الاصطدام؛ ففي يوم عادي منذ خمسة وستين مليون سنة اصطدم كويكب عرضه ستة أميال بالأرض، وعند ملامسته الأرض انفجر مطلقا طاقة تعادل مليون ميغاطن من مادة «تي إن تي» (TNT)، أي ما يعادل أكثر من مليون قنبلة هيدروجينية من أقوى نوع جرى اختباره. انتشر الحطام، بما في ذلك الإيريديوم المنبعث من الكويكب المتفتت في جميع أنحاء الأرض. تحول النهار ليلا، وانخفضت درجات الحرارة بشكل مفاجئ، ونجم عن ذلك انقراض جماعي.

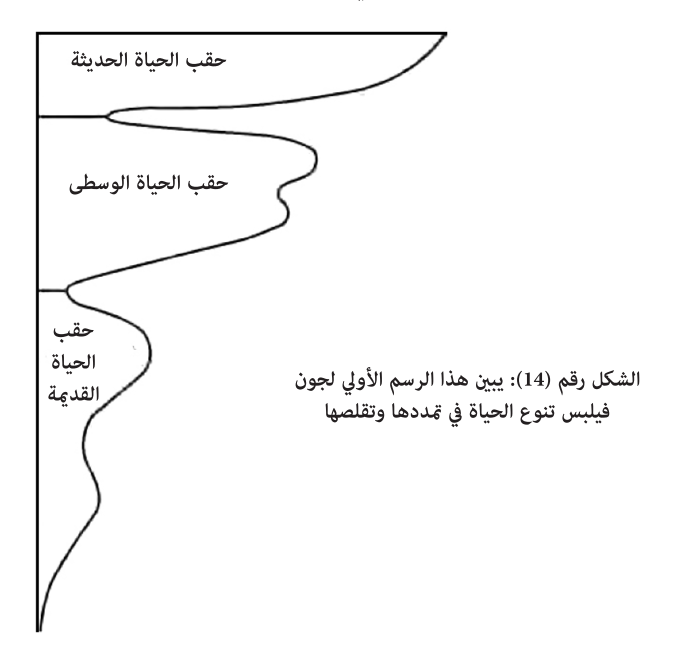
دوّن آل ألفاريز وستيفنز كلينت النتائج التي حصلا عليها من عينات غوبيو وأرسلاها متضمنة تفسيراتهما المقترحة إلى مجلة «ساينس» Science، وقد أخبرني والتر: «أتذكر أنني بذلت جهدا كبيرا لأجعل المقال مقنعا بأقصى ما يمكن».

نُشر بحث آل ألفاريز بعنوان «سبب من الفضاء الخارجي وراء انقراض العصر الطباشيري - الثلاثي» في يونيو 1980. أحدث البحث كثيرا من الإثارة التي تعدت حدود علم الحفريات. نشرت مجلات متخصصة في مجالات تمتد من علم النفس الإكلينيكي إلى علم الزواحف النتائج التي توصل إليها آل ألفاريز، وسرعان ما جرى تلقف فكرة كويكب نهاية العصر الطباشيري من قبل مجلات مثل «تايم» و«نيوزويك». وكتب أحد المعلقين: «إن الربط بين الديناصورات، تلك المخلوقات التي تثير اهتمام جميع الناس باستثناء أولئك الذين يوجد لديهم تبلُّد مستفحل، وبين حادث مذهل من الفضاء الخارجي» «بدا أشبه بواحدة من تلك الخدع التي قد يخترعها ناشر ماهر ليضمن تحقيق مبيعات»[5]، وقد ألهمت فرضية الاصطدام مجموعة من علماء الفيزياء الفلكية بقيادة كارل ساغان Carl Sagan، حيث قرروا محاولة عمل نموذج لتأثيرات الحرب الشاملة، وتوصلوا إلى مفهوم «الشتاء النووي» الذي بدوره ولّد موجة من التغطية الإعلامية.

لكن بين أوساط علماء الحفريات المحترفين هوجمت فكرة ألفاريز، وفي حالات كثيرة هوجم آل ألفاريز. قال أحد أولئك العلماء لجريدة «نيويورك تايمز»: «هذا الانقراض الجماعي الظاهري هو من صنع الإحصاء، وناتج عن سوء فهم لعلم التصنيف»، وأكد آخر: «غطرسة هؤلاء الناس أمر لا يصدق، وهم لا يعرفون تقريبا أي شيء عن حقيقة تطور الحيوانات، وكيف تعيش وتنقرض. لكن على الرغم من جهلهم، يعتقد الجيوكيميائيون أنهم بمجرد إدارتهم محرك آلة بديعة يحدثون ثورة في العلوم». وأضاف ثالث: «إن سقوط شهب متفجرة غير مرئية في بحر غير مرئي هو أمر لا يقبله عقلي»، وقال عالم حفريات آخر: «الانقراضات في العصر الطباشيري كانت تدريجية ونظرية الكارثة خاطئة»[6]. لكنه، أضاف: «ستواصل النظريات التبسيطية الظهور لتغري عددا من العلماء وتنعش أغلفة المجلات الشعبية». والغريب في الأمر أن مجلس تحرير «نيويورك تايمز» قرر أن يدلي بدلوه في الموضوع، حيث قالت الصحيفة: «على الفلكيين أن يتركوا للمنجمين مهمة البحث عن سبب الأحداث الأرضية في النجوم»[7].

لفهم حدة رد الفعل هذه، من المفيد العودة مرة ثانية إلى الوراء، أي إلى لايل؛ ففي سجل الحفريات، تبرز الانقراضات الجماعية لدرجة أن اللغة نفسها التي تستخدم لوصف تاريخ الأرض مستقاة منها. في العام 1841 قسَّم جون فيلبس John Phillips، المعاصر للايل وخليفته في رئاسة الجمعية الجيولوجية بلندن، الحياة إلى ثلاثة فصول، أطلق على الأول الباليوزويك Paleozoic، وتعني الكلمة بالإغريقية «الحياة القديمة». والثاني الميزوزويك Mesozoic، وتعني «الحياة الوسطى». والثالث سينوزويك Cenozoic، أي «الحياة الجديدة»، كما اعتبر فيلبس أن النقطة الفاصلة بين الباليوزويك (القديم)، والميزوزويك (الأوسط)، تتمثل فيما يسمى حاليا انقراض نهاية العصر البرمي End-Permian Extinction، وأن النقطة الفاصلة بين الميزوزويك (الأوسط)، والسينوزويك (الجديد)، هي حادثة نهاية العصر الطباشيري (وباللغة الجيولوجية الباليوزويك والميزوزويك والسينوزويك كلها دهور، ويتكون كل دهر من عدة عصور، فعلى سبيل المثال يشتمل دهر الميزوزويك على العصر الترياسي والعصر الجوراسي والعصر الطباشيري). وكانت حفريات الدهور الثلاثة شديدة الاختلاف لدرجة أن فيلبس ظن أنها تمثل أفعالا مستقلة من الخلق.

كان لايل على دراية تامة بحالات الانقطاع تلك في سجل الحفريات، وأشار في الجزء الثالث من كتاب «مبادئ الجيولوجيا» إلى «فجوة»[8] بين النباتات والحيوانات الموجودة في صخور أواخر العصر الطباشيري وبين تلك الموجودة فوقها مباشرة، عند بداية العصر الثالث (المعروف تقنيا الآن ببداية عصر الباليوجين). فعلى سبيل المثال، كانت رواسب أواخر العصر الطباشيري تحتوي على بقايا أنواع عديدة من السهميات Belemnites، وهي مخلوقات تشبه الحبار خلَّفت وراءها حفريات تشبه ظرف الرصاصة. ولكن، لم يُعثر قط على حفريات للسهميات بين الرواسب الأحدث عهدا، وكان الأمر نفسه ينطبق على الأمونيتات وعلى رخويات الروديست ذات الصمامين Rudist Bivalves التي كانت تشكل أعدادا هائلة من الشعاب (وصفت الروديستات بأنها محار تتظاهر بأنها مرجان)[9]. وبالنسبة إلى لايل، كان ببساطة من غير الممكن، أو «من غير المنطقي»، تصوّر أن تلك «الفجوة» كانت تمثل ما بدا أنها تمثل - للوهلة الأولى - أي تغيير عالمي مفاجئ ومثير. وهكذا، وبشيء من الاستدلال الدائري، أكد أن الفجوة الحيوانية كانت مجرد فجوة في سجل الحفريات. وبعد مقارنة أشكال الحياة



الشكل رقم (14): يبين هذا الرسم الأولي لجون فيلبس تنوع الحياة في تمددها وتقلصها

على جانبي الفجوة المفترضة، توصل لايل إلى أن تلك الفترة الفاصلة التي لا يُعرف عنها شيء لا بد أنها كانت فترة طويلة، وتعادل تقريبا كل الزمن الذي انقضى منذ بدء استئناف السجل ثانية. وباستخدام طرق التأريخ المتبعة هذه الأيام، فإن الفجوة التي كان يتحدث عنها تعادل نحو خمسة وستين مليون سنة.

كان داروين أيضا على علم تام بفترة الانقطاع عند نهاية العصر الطباشيري، ولاحظ في كتاب «أصل الأنواع» أن اختفاء الأمونيتات يبدو أنه حدث «فجأة بشكل مدهش». وكما فعل لايل، رفض داروين الأمونيتات، والتفسيرات التي بدا أنها كانت تقدمها، وقال: «من ناحيتي»، ثم أضاف:

«إنني أنظر إلى السجل الجيولوجي الطبيعي على أنه تاريخ العالم الذي لم يُحافَظ عليه بالشكل الأمثل، وهو مكتوب بلهجة متغيرة، ونحن نمتلك من هذا التاريخ المجلد الأخير فقط، الذي يتحدث عن دولتين أو ثلاث دول فقط[10]. ومن هذا المجلد جرى الحفاظ على فصل قصير هنا وهناك، ومن كل صفحة بضعة أسطر فقط هنا وهناك».

إن الطبيعة المتقطعة للسجل كانت تعني أن ما يوحي بوجود تغير مفاجئ كان يشير فقط إلى أنه: «بالنسبة إلى الانقراض المفاجئ ظاهريا، لعائلات أو رتب بأكملها»، يجب أن نتذكر كما يقول إن «فواصل زمنية شاسعة» ربما لم يكن يعرف عنها شيئا، ولو لم تُفقَد الأدلة الخاصة بتلك الفواصل الزمنية، لتبين أن «الانقراض حدث على نحو بطيء جدا»، وهكذا فإن داروين واصل مشروع لايل في قلب الأدلة الجيولوجية رأسا على عقب. وأعلن «أن جهلنا كبير للغاية، وكذلك تخميناتنا كبيرة، لدرجة أننا نتعجب عندما نسمع عن انقراض كائن عضوي، وبما أننا لا نرى السبب، فإننا نحتج بالكوارث الجيولوجية، باعتبار أنها هي التي تدمر العالم!»[11].

ورث خلفاء داروين مشكلة «الانقراض البطيء جدا»، فقد حالت وجهة النظر التماثلية[*] دون حصول تغيير مفاجئ أو كاسح من أي نوع، لكن كلما ازدادت المعرفة عن سجل الحفريات، ازدادت الصعوبة على أن عصرا بأكمله يمتد على مدى عشرات الملايين من السنين قد أصبح بطريقة أو بأخرى مفقودا. أدى هذا التوتر

(*) Uniformatarian، التماثلية، نظرية تنص على أن التغير في القشرة الأرضية خلال العصور الجيولوجية قد نتج عن عمليات تأثير مستمر ومنتظم. [المترجمان].

المتنامي إلى سلسلة من التفسيرات المشوهة بشكل متزايد. ربما كان هناك نوع من الأزمة عند نهاية العصر الطباشيري، لكنها لا بد من أنها كانت أزمة بطيئة جدا، ربما حدثت حالات اختفاء في نهاية ذلك العصر، وشكلت «انقراضا جماعيا»، لكن كان يجب عدم الخلط بين حالات الانقراض الجماعي و«الكوارث»؛ ففي السنة نفسها التي نشر فيها آل ألفاريز بحثهما في مجلة «ساينس»، كتب جورج غايلور سيمبسون George Gaylord Simpson، الذي ربما كان في ذلك الوقت من أهم علماء الحفريات في العالم، يقول إنه يجب أن يُنظر إلى «التحول» عند نهاية العصر الطباشيري على أنه جزء من «عملية طويلة ومستمرة في الأساس»[12].

وفي سياق «التماثلية المتشددة»، كانت فرضية الاصطدام أسوأ من كونها مجرد فرضية خاطئة. فقد كان آل ألفاريز يدعون أنهم يفسرون حادثا لم يحدث... بل حادث لا يمكن أن يكون قد حدث. كان الأمر أشبه ببيع دواء مرخص لمرض وهمي، وبعد سنوات قليلة من نشر الأب والابن فرضيتهما، أجري استفتاء غير رسمي في اجتماع لجمعية حفريات الفقاريات، اعتقدت الأغلبية من المشاركين في الاستفتاء حدوث نوع من الاصطدام الكوني، لكن واحدا فقط من كل عشرين اعتقد أن ذلك الاصطدام قد تكون له علاقة بانقراض الديناصورات، ووصف أحد علماء الحفريات فرضية ألفاريز بأنها «كلام فارغ» Codswallop[13].

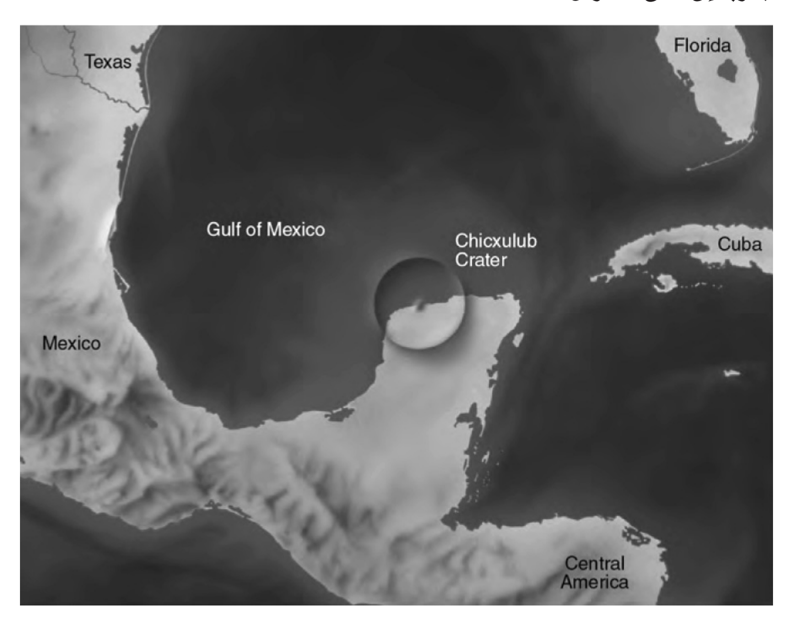
في غضون ذلك، استمرت الأدلة المؤيدة لصحة الفرضية بالتزايد، وجاء أول تأييد لها على شكل حبوب دقيقة من الصخور تعرف باسم «كوارتز مصدوم» Shock Quartz، وعند إخضاعه للتكبير العالي يظهر في الكوارتز المصدوم ما يشبه آثار خدوش، وهي نتيجة اندفاعات من الضغط العالي التي تؤدي إلى تشويه البنية البلورية، وقد لوحظ الكوارتز المصدوم أول مرة في مواقع الاختبارات النووية، كما عُثر عليه لاحقا في الأماكن المجاورة تماما للفوهات الناتجة عن الاصطدام. وفي العام 1984، اكتُشفت حبيبات من الكوارتز المصدوم في طبقة من الطين مأخوذة من الحد الفاصل بين «العصر الطباشيري» و«العصر الثالث» K-T في «مونتانا الشرقية» (K اختصار لكلمة Cretaceous)؛ لأن C استُخدمت اختصارا لكلمة Carboniferous «محتوٍ على الفحم»، وفي هذه الأيام يعرف هذا الحد رسميا بالحد الطباشيري - الباليوجيني أو حد K-Pg[14].

وظهر الدليل التالي في جنوب تكساس في طبقة غريبة من الحجر الرملي الذي يعود إلى أواخر العصر الطباشيري، والذي يبدو أنه تشكل نتيجة تسونامي عنيف. اعتقد والتر ألفاريز أنه لو كانت هناك صدمة هائلة ناتجة عن تسونامي، لكانت قد جرفت معها الشواطئ تاركة وراءها بصمة متميزة في السجل الرسوبي. فحص والتر ألفاريز سجلات آلاف «العينات الجوفية الأسطوانية للترسبات» Sediment Cores التي أمكن الحصول عليها بالحفر في المحيط، ووجد مثل هذه البصمة في العينات الجوفية المأخوذة من خليج المكسيك. وأخيرا اكتُشفت فوهة اتساعها مائة ميل، أو بالمعنى الأصح أُعيد اكتشافها تحت شبه جزيرة يوكاتان، وقد أظهرت هذه الفوهة التي كانت مدفونة تحت نصف ميل من الرواسب الأحدث عهدا خلال عمليات مسح الجاذبية التي قامت بها في خمسينيات القرن العشرين شركة بترول تابعة للحكومة المكسيكية، وفسرها جيولوجيو الشركة بأنها آثار لثورة بركانية تحت سطح البحر، وحيث إن البراكين لا تنتج بترولا فإنهم أهملوها على الفور، وعندما ذهب آل ألفاريز للبحث عن العينات الجوفية التي حفرتها الشركة في تلك المنطقة، أخبروهما بأنها أُتلفت بسبب حريق، أما الحقيقة فهي أنها قد وضعت في مكان غير معروف. وفي نهاية المطاف، حُدِّد مكان تلك العينات الجوفية في العام 1991، ووُجد أنها تحتوي على طبقة من الزجاج، وهو عبارة عن صخر تعرض للانصهار ثم برد بسرعة، عند الحد الفاصل بين العصرين الطباشيري والثالث بالضبط. كان ذلك بالنسبة إلى معسكر ألفاريز هو الفيصل، وكان ذلك كافيا لتحول كثير من العلماء الذين لم يدلوا برأيهم ليصبحوا في طابور مؤيدي فرضية الاصطدام. وأعلنت جريدة «نيويورك تايمز» أن الفوهة تدعم نظرية الانقراض. في ذلك الوقت، توفي لويس ألفاريز بسبب المضاعفات الناجمة عن إصابته بسرطان المريء، أطلق والتر على التكوين الجيولوجي «فوهة الهلاك» Crater of Doom، ثم أصبحت تُعرف على نطاق واسع باسم أقرب مدينة لها، وهي «فوهة تشيكسلوب» Chicxulub Crater.

قال لي والتر: «بدت تلك السنوات الإحدى عشرة فترة طويلة في ذلك الوقت، لكن بالنظر إلى الوراء تبدو قصيرة جدا. فقط فكر في الأمر ولو للحظة. أنت هنا أمام تحد لوجهة نظر التماثلية، التي تمرَّس فيها كل جيولوجي وكل عالم حفريات تقريبا،

وكذلك أساتذتهم وأساتذة أساتذتهم، هكذا وصولا إلى زمن لايل، وما رأيتموه هو أن هناك أُناسا ينظرون إلى الأدلة، وتدريجيا توصل جميعهم إلى تغيير رأيهم».

عندما نشر آل ألفاريز فرضيتهما، كانا على علم بثلاثة مواقع فقط اكتُشفت فيها طبقة الإيريديوم: الموقعان اللذان زارهما والتر في أوروبا، وموقع ثالث أُرسلت إليهما عينات منه ويقع في نيوزيلندا. وفي غضون عقود، منذ ذلك الوقت، حُدِّدت عشرات أخرى من المواقع، بما في ذلك موقع بالقرب من شاطئ للعراة في بياريتز Biarritz، وآخر في الصحراء التونسية، وثالث في ضواحي نيوجيرسي. وكثيرا ما يقوم نيل لاندمان Neil Landman، عالم الحفريات المتخصص في الأمونيتات، برحلات ميدانية إلى ذلك الموقع الأخير. وفي يوم خريفي دافئ، دعوت نفسي لأكون في مصاحبته في إحدى تلك الرحلات، تقابلنا أمام المتحف الأمريكي للتاريخ الطبيعي في مانهاتن، حيث يقع مكتب لاندمان في برج يطل على «منتزه سنترال بارك» Central Park، وكان اثنان من طلاب الدراسات العليا موجدَين، واتجهنا جميعا جنوبا إلى نفق لنكولن.



الشكل رقم (15): حفرة تشيكسلوب على حدود شبه جزيرة يوكاتان مدفونة تحت نصف ميل من الرسوبيات

انطلقنا بالسيارة عبر شمال نيوجيرسي، ومررنا على مجموعة متتالية من المولات ومراكز بيع السيارات. بدا أن هذه المجموعة تتكرر كل بضعة أميال مثل قطع الدومينو. وفي النهاية، عندما أصبحنا بجوار بلدة برينستون، دخلنا إلى موقف للسيارات يقع قرب ملعب للبيسبول (يفضل لاندمان ألا أكشف مكان الملعب بالضبط حتى لا أجذب هواة جمع الحفريات). وفي موقف السيارات، تقابلنا مع جيولوجي يدعى مات غارب Matt Garb يدرس في كلية بروكلين. حمل كل من غارب ولاندمان وطالبا الدراسات العليا أغراضهم على أكتافهم. درنا حول ملعب البيسبول – كان فارغا في منتصف يوم دراسي – وانطلقنا وسط الدغل. سرعان ما وصلنا إلى جدول ضحل، كانت جوانبه مغطاة بوحل لونه كالصدأ، وكان العليق يتدلى فوق الماء، ووسط هذه الأشياء كانت ترفرف رايات ممزقة كتب عليها أنواع القمامة: أكياس بلاستيك مفقودة، قصاصات من أوراق الصحف، حلقات بلاستيكية من رزم سداسية. أعلن لاندمان: «بالنسبة إليَّ، هذا أفضل من مدينة غوبيو».

ثم شرح لاندمان لي ّ أنه في أواخر العصر الطباشيري، كان المنتزه وحوض الجدول وكل شيء حولنا لعدة أميال تحت سطح الماء. في ذلك الوقت، كان العالم دافئا جدا – نمت غابات خصبة في القطب الشمالي - وكان مستوى سطح البحر عاليا، وكان القسم الأكبر من ولاية نيوجيرسي يشكل جزءا من الرف القاري لما يسمى الآن شرقي أمريكا الشمالية، التي نظرا لأن المحيط الأطلنطي كان أضيق كثيرا، كانت أقرب بكثير إلى ما يُسمى أوروبا اليوم. أشار لاندمان إلى بقعة في حوض الجدول تعلو خط الماء ببضع بوصات، وقال لي: «هنا كانت طبقة الإيريديوم». وعلى الرغم من أنها لم تبد مختلفة بأي حال فإن لاندمان عرف أين كانت، لأنه هو الذي طلب إجراء تحليل لسلسلة طبقات التربة الموجودة هناك منذ بضع سنوات. لاندمان رجل ممتلئ الجسم، وعريض الوجه، ويربي لحية ضربها الشيب، وقد ارتدى خصيصا لتلك الرحلة شورتا قصيرا من الكاكي، وحذاء رياضيا قديما، خاض بالجدول ليلحق بالآخرين الذين كانوا يضربون بمعاولهم في قاع الجدول. وسرعان ما وجد أحدهم سن سمك قرش متحجرة، واستخرج آخر قطعة أمونيت، كانت في حجم ثمرة فراولة، ومغطاة ببثور أو عُقد صغيرة تعرَّف عليها لاندمان على أنها تنتمي إلى نوع ديسكوسكفايتس آيريس Discoscaphites Iris.

طفت الأمونيتات على سطح المحيطات الضحلة في العالم لأكثر من ثلاثمائة مليون سنة، وتظهر أصدافها المتحجرة في كل أنحاء العالم، كان بليني الأكبر، الذي توفي في الانفجار البركاني الذي دفن مدينة بومبي(*)، على دراية بها، علما أنه كان يعتبرها أحجارا كريمة، وقد قيل عن تلك الأحجار - كما أشار في كتابه «التاريخ الطبيعي» Natural History - إنها تحث على رؤية الأحلام التنبئية. كانت الأمونيتات تُعرف في إنجلترا في العصور الوسطى على أنها «أحجار الثعبان»، وفي ألمانيا كانت تستخدم لعلاج الأبقار المريضة، وكانوا في الهند - وإلى حد ما لايزالون - يشيرون إليها على أنها تمثل تجليات فيشنو Vishnu(**).

وعلى طريقة النواتي Nautiluses(***) التي تجمعها بها قرابة بعيدة، كونت الأمونيتات أصدافا حلزونية مقسمة إلى عدة حجرات، ولم تكن الحيوانات الموجودة داخل تلك الأصداف تشغل سوى الحجرة الأخيرة والأكبر حجما، أما بقية الحجرات فكانت مملوءة بالهواء، وقد شبهت بعمارة سكنية أُجِّر الطابق الأعلى منها فقط، وكانت الجدران الفاصلة بين الحجرات، والتي تعرف بالحواجز Septa، متقنة بشكل خيالي، ومطوية على شكل كشكشة معقدة مثل أطراف رقائق الثلج (يمكن التعرف على الأنواع المنفردة عن طريق الأنماط المتميزة للطيات). وقد سمح هذا النمو التطوري للأمونيتات ببناء أصداف خفيفة ومتينة في الحال، قادرة على تحمل ضغط المياه في العديد من الأجواء، وكان يمكن لمعظم الأمونيتات أن تملأ يدا بشرية، وكان يمكن لبعضها الآخر أن ينمو ويصبح في حجم حوض استحمام للأطفال.

وبناء على عدد الأسنان التي كانت الأمونيتات تمتلكها، وهي تسع أسنان، يعتقد أن أقرب كائن حي لها هو الأخطبوط. ولكن بما أن الأجزاء الطرية من أجسام الأمونيتات غير قابلة للحفظ على الإطلاق فلا نعرف بالضبط ما هو شكل الحيوانات، ولا طريقة معيشتها إلا تخمينا. ومن المحتمل، وليس مؤكدا، أنها كانت تتحرك عبر إطلاق نافورة من الماء، وذلك يعني أنها ربما لم تكن تستطيع السير إلا إلى الخلف.

(*) مدينة قديمة غرب إيطاليا جنوب شرق نابولي، دُفنت المدينة تحت انفجار بركان فيزوف. [المترجمان].

(**) إله هندوسي يعتقدون أن له تسعة تجسيدات مبكرة. [المترجمان].

(***) جمع نوتي، وهو رخوي بحري رأسي الأرجل له صدفة حلزونية خفيفة والعديد من المخالب حول الفم. [المترجمان].

وقال لي لاندمان: «إنني أتذكر عندما كنت صبيا أدرس الحفريات أنني تعلمت أن البتيرو داكتيل(*) (زاحف مجنح) كان يمكنه الطيران». كان سؤالي في الحال: «حسنا، إلى أي ارتفاع كان يستطيع أن يطير؟»، كان من الصعب التوصل إلى هذه الأرقام.

وأضاف لاندمان: «لقد درست الأمونيتات لفترة أربعين سنة، ولكني مازلت لا أعرف بالضبط ما الذي كانت تحبه. أعتقد أنها كانت تحب الماء على عمق عشرين، أو ثلاثين، وربما أربعين مترا. كانت تسبح ولكنها لم تكن سباحة ماهرة. أعتقد أنها عاشت حياة هادئة». عادة ما تبدو الأمونيتات في الرسومات على أنها تشبه الحبار المحشور في صدفة حلزون، لكن لاندمان لا يتقبل تصويرها بهذا الشكل، فهو يعتقد أن الأمونيتات لم يكن لديها أي مجسات على الرغم من أنها تصور عادة بأنها تمتلك مجسات متموجة. وفي رسم مصاحب لمقال حديث نشره لاندمان في مجلة



الشكل رقم (16): حفريات للأمونيتات من نقش يعود إلى القرن التاسع عشر

(*) طائر من أواخر العصر الجوراسي، له رأس طويل ونحيف ورقبة وذيل قصير جدا. [المترجمان].

«جيوبايوس» Geobios، يُظهر الأمونيتات كأنها مجرد نقط لها زوائد على شكل أذرع قصيرة وبدينة، تتجمع على شكل دائرة متصلة بشبكة من الأنسجة[15]. وعند الذكور، تبرز إحدى الأذرع من الشبكة لتشكل العضو الذكري عند رأسيات الأرجل.

توجه لاندمان إلى جامعة ييل بوصفه طالب دراسات عليا في سبعينيات القرن العشرين، وطالبا في أيام ما قبل ألفاريز، لُقِّن أن الأمونيتات كانت تتناقص خلال العصر الطباشيري؛ وعليه فإن اختفاءها النهائي لم يكن بالأمر الذي يستحق أن نستنفر من أجله، حيث قال: «كان الشعور السائد آنذاك هو: يا إلهي إن الأمونيتات كانت تنقرض»، غير أن الاكتشافات اللاحقة، وكثيرا منها أنجزها لاندمان نفسه، أظهرت أن الأمونيتات، على العكس، كانت في حالة جيدة.

وبينما كان صوت معاول الآخرين يرن في أسماعنا، قال لي لاندمان: «هنا لديك كثير من الأنواع، وقد جمعنا آلاف العينات خلال السنوات القليلة الماضية». وبالفعل، عثر لاندمان أخيرا في قاع الجدول على نوعين جديدين تماما من الأمونيتات، أطلق على أحدهما ديسكوسكفايتس ميناردي Discoscaphites Minardi تكريما لأحد زملائه، وأطلق على الآخر ديسكوسكفايتس جيرسينسيس Discoscaphites Jerseyensis، وذلك تكريما لولاية نيوجيرسي. ويحتمل أن ديسكوسكفايتس جيرسينسيس كانت تبرز من أصدافه أشواك صغيرة يعتقد لاندمان أنها ساعدت هذا الحيوان ليبدو أضخم وأكثر إثارة للرعب عما كان عليه في الحقيقة.

في بحثهما الأصلي، اقترح آل ألفاريز أن المُسبب الرئيسي للانقراض الجماعي الذي حدث بين العصرين الطباشيري والثالث لم يكن الاصطدام نفسه، أو حتى الأحداث التي أعقبته مباشرة، فالتأثير الكارثي الحقيقي للكويكب - أو للشهاب المتفجر إذا أردنا استخدام مصطلح أعم وأشمل - كان يتمثل في الغبار. وخلال العقود المتخللة، تعرضت الرواية لعمليات تنقية متعددة (نُقل تاريخ الاصطدام إلى فترة أبعد من الماضي تصل إلى ستة وستين مليون عام مضى). وعلى رغم أن العلماء لايزالون يتجادلون بحدة بشأن كثير من التفاصيل، فإن إحدى الروايات عن ذلك الحدث تسير على الشكل التالي: وصل الشهاب المتفجر من الجنوب الشرقي متحركا بزاوية منخفضة بالنسبة إلى الأرض، ما يعني أن قدومه كان جانبيا أكثر مما كان عموديا، مثل طائرة تفقد قدرتها على الارتفاع، وعندما ارتطم بشبه جزيرة يوكاتان،

كان يتحرك بسرعة تبلغ نحو خمسة وأربعين ألف ميل في الساعة. وبسبب طبيعة مساره، فقد تعرضت أمريكا الشمالية لضربة قوية جدا، أدت إلى اندفاع سحابة عريضة من البخار الحارق والحطام فوق القارة، حيث كانت تنتشر في أثناء تنقلها وتحرق كل شيء في طريقها، وكما وصف الأمر لي أحد الجيولوجيين قائلا: «باختصار، لو كنت ديناصورا ثلاثي القرون Triceratops(*) موجودا في مقاطعة ألبرتا، فهذا يعني أنه كان لديك نحو دقيقتين حتى تتبخر»[16].

في أثناء حفره تلك الفوهة الضخمة، أطلق الكويكب إلى الجو كمية من الصخور المسحوقة التي تفوق كتلتها كتلة الكويكب نفسه بنحو خمسين ضعفا. ومع سقوط تلك المقذوفات عبر الغلاف الجوي، توهجت الجسيمات مضيئة السماء بالكامل على الفور، وذلك انطلاقا من البقعة الموجودة فوق مكان الانفجار مباشرة، مولدة ما يكفي من الحرارة ليكون سببا في شواء سطح الكوكب. ووفقا لتركيب شبه جزيرة يوكاتان، كان الغبار المنبعث منها غنيا بالكبريت، ويعتبر ضباب الكبريت ذا فعالية كبيرة في حجب ضوء الشمس، وهو السبب في أن ثورة بركان منفردة، مثل بركان كراكاتو Krakatoa(**)، يمكن أن تُخفِّض درجة حرارة الكوكب سنوات. فبعد دفعة الحرارة الابتدائية، يعاني العالم بعد ذلك لفصول عديدة «شتاء الاصطدام» Impact Winter، وهذا أدى إلى دمار الغابات. ووجد «علماء حبوب اللقاح» (البالينولوجيون)، الذين يدرسون الأبواغ وحبوب اللقاح، أن تجمعات النباتات المتنوعة قد حل محلها بالكامل نبات السرخس سريع الانتشار (أصبحت تُعرف هذه الظاهرة بـ «تصاعد السرخس» Fern Spike، وانهارت فعليا النظم البيئية البحرية، وظلت على هذه الحال فترة نصف مليون سنة على الأقل، وربما عدة ملايين من السنوات (وأُطلق على البحر الذي أصبح مهجورا بعد الاصطدام اسم «محيط سترينغلوف» Strangelove Ocean)(***).

من المستحيل التوصل إلى تقرير شامل عن الأنواع والأجناس والعائلات، وحتى الرتب الكاملة التي انقرضت خلال الفترة الفاصلة بين العصرين الطباشيري والثالث

(*) ديناصور ضخم رباعي الأرجل عاشب، عاش في نهاية العصر الطباشيري، له رأس هائل بقرنين كبيرين، وقرن أصغر على الأنف المدبب، وهدب عظمي فوق الرقبة. [المترجمان].

(**) جزيرة بركانية صغيرة في إندونيسيا. [المترجمان].

(***) سمي بهذا الاسم نسبة إلى فيلم «الدكتور سترينغلوف» Dr. Strangelove الذي يتحدث عن مخاوف اندلاع مواجهة نووية بين الولايات المتحدة والاتحاد السوفييتي، وهو فيلم كوميدي سياسي ساخر أُطلق في العام 1964. [المحرر].

وعلى اليابسة، يبدو أن جميع الحيوانات التي يزيد حجمها على حجم القطة قد انقرضت، وأكثر ضحايا الحادث شهرة كانت الديناصورات - أو لكي نكون أكثر دقة الديناصورات غير الطائرة - التي كانت نسبة الخسائر في صفوفها 100 في المائة. ومن بين المجموعات التي من المحتمل أنها ظلت حية، حتى نهاية العصر الطباشيري، تلك التي أصبحت من المعروضات المألوفة في المتاحف، مثل الهادروصورات (أو بطيات المنقار) Hadrosaurs، والأنكيلوصورات (أو العظاءات الملتحمة) Ankylosaurs، والتيرانوصورات (أو ملوك السحالي الطاغية) Tyrannosauruses، والديناصورات ثلاثية القرون Triceratops (يوجد على غلاف كتاب والتر ألفاريز عن الانقراض، والذي يحمل عنوان «التيرانوصور الملك وفوهة الهلاك» T.Rex and the Crater of Doom صورة تيرانوصور غاضب وتبدو عليه ملامح الرعب من جراء الاصطدام). كما اختفت التيروصورات (أي الديناصورات الطائرة) Pterosaurs ، كما كان التأثير في الطيور قاسيا جدا[17]؛ وربما اختفت ثلاثة أرباع عائلات الطيور، وربما أكثر من ذلك، فالطيور النقيضة Enantiornithine Birds التي كانت لاتزال تحتفظ ببعض السمات العتيقة مثل الأسنان قد انقرضت تماما، وكذلك الأمر بالنسبة إلى الطيور الغربية Hesperornithine Birds التي كانت مائية، وفي أغلبها غير قادرة على الطيران. حدث الشيء نفسه للسحالي والثعابين، فقد اختفت أربعة أخماس أنواعها[18]. وفتك ذلك الحادث أيضا برتب الثدييات، إذ اختفت قرابة ثلثي عائلات الثدييات التي كانت تعيش في نهاية العصر الطباشيري خلال الفترة الفاصلة بين ذلك العصر والعصر الثالث[19].

وفي البحر، اختفت كذلك البليسيوصورات، التي وجدها كوفييه أول الأمر غير قابلة للتصديق، ثم اعتبرها «شبيهة بالمخلوقات الخرافية»، وكذلك الحال بالنسبة إلى الموساصورات والسهميات، وبالطبع الأمونيتات، كما عانت الرخويات ذوات الصمامين والتي نعرف منها اليوم بلح البحر والمحار... خسائر كثيرة كذلك بالنسبة إلى البراكيوبود Brachiopods (عضديات الأرجل)، والتي تشبه البطلينوس لكنها تختلف عنه تشريحيا تماما والطحلبيات Bryozoans، التي تشبه المرجان، لكن أيضا لا تربطها به أي علاقة على الإطلاق. وكان العديد من الكائنات البحرية الدقيقة قاب قوسين أو أدنى من الإبادة. اختفى نحو خمسة وتسعين في المائة من أنواع المنخربات

العوالقية Planktonic Foraminfera، بما في ذلك أباثومفالوس مايارووينيس Abathomphalus Mayaroensis، والتي وجدت بقاياها في الطبقة الأخيرة من الحجر الجيري الطباشيري في غوبيو (تعيش المنخربات العوالقية قرب سطح المحيط، أما الأنواع القاعية Benthic Specier فتعيش على قاع المحيط).

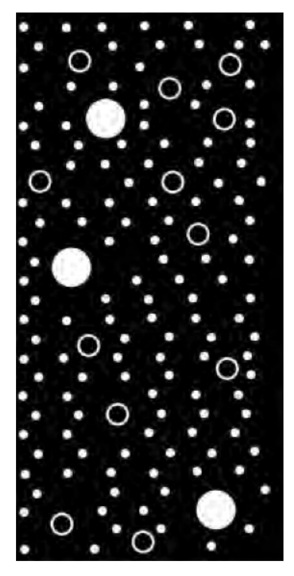
عموما، كلما زادت معرفتنا بالحدود الفاصلة بين العصرين الطباشيري والثالث، ازداد وضوحا أن قراءة لايل لسجل الحفريات كانت خاطئة، ومشكلة السجل ليست أن الانقراض البطيء يبدو مفاجئا، بل حتى الانقراضات المفاجئة ستبدو على الأرجح أنها جرت خلال فترة مطولة.

انظر إلى الشكل المصاحب، كل نوع لديه ما هو معروف بـ «إمكانات البقاء»، احتمالات أن أحد أفراد النوع سيصبح متحجرا، ويختلف ذلك وفقا لاعتبارات كثيرة، من بينها شيوع الحيوان، وأين يعيش، ومما يتكون (فالكائنات البحرية ذات الأصداف السميكة لها فرصة في البقاء أكبر كثيرا من الطيور ذات العظام الجوفاء مثلا).

في هذا الشكل، تمثل الدوائر البيضاء الكبيرة الأنواع نادرة التحجر، أما الدوائر ذات الحجم المتوسط فيُحافَظ عليها بشكل أكثر تكرارا. أما النقاط البيضاء الصغيرة فهي للأنواع التي مازالت أكثر وفرة. وحتى لو ماتت كل هذه الأنواع في اللحظة نفسها تماما، سيبدو أن أنواع الدوائر البيضاء قد اختفت قبل غيرها بكثير، وهذا ببساطة لأن بقاياها أكثر ندرة - وهذه الظاهرة التي تُعرف بـ «ظاهرة سينيور ليبس» Signor – Lipps Effect، نسبة إلى العالمين اللذين كانا سباقين إلى اكتشافها - تميل عادة إلى «تشويه» أحداث الانقراض المفاجئ، وجعلها تبدو كأنها أحداث طويلة وممتدة.

وبعد انقراض العصرين الطباشيري والثالث، استغرق الأمر ملايين السنين لتسترجع الحياة مستواها السابق من التنوع. وفي الوقت نفسه، يبدو أن كثيرا من الأصناف التي استطاعت البقاء قد تقلص حجمها، وهذه الظاهرة التي يمكن رؤيتها في المنخربات الدقيقة جدا التي تظهر فوق طبقة الإيريديوم بمدينة غوبيو يطلق عليها «ظاهرة ليليبوت» Lilliput Effect(*).

(*) جزيرة خيالية سكانها من الأقزام تظهر في رواية «رحلات غليفر» Gulliver's Travels للكاتب غوناثان سويفت. [المترجمان].



الشكل رقم (17)

ظل لاندمان وغارب وطالبا الأبحاث يقتطعون أجزاء من قاع الجدول طوال الصباح. وعلى الرغم من أننا كنا وسط أكبر ولاية أمريكية في كثافة السكان؛ فإنه لم يتوقف أي من المارة ليسأل عما نفعله. وبينما كان الوقت يمر وأصبح اليوم أكثر دفئا وأكثر رطوبة، كان منعشا أن نقف في الماء حتى كواحلنا (مع العلم أنني كنت أتساءل عن المادة اللزجة المائلة إلى الاحمرار في المياه). أحضر أحد أفراد المجموعة صندوقا فارغا من الورق المقوى، وحيث إنني لم يكن لدي معول، ساعدت في تجميع الحفريات التي وجدها الآخرون، ونظمتها في الصندوق. ومن بين ما حصلنا عليه مزيد من القطع الصغيرة من ديسكوسكفايتس آيريس، وقطع من أحد أنواع الأمونيتات التي تُدعى يوباكيولايتس كاريناتس Eubaculites Carinatus، والتي كان لها، بدلا من الصدفة الحلزونية، صدفة طويلة ونحيلة تشبه الرمح (إحدى النظريات التي كانت شائعة في بداية القرن العشرين بشأن زوال الأمونيتات تقول إن الأصداف غير الحلزونية لأنواع مثل يوباكيولايتس كاريناتس كانت تشير إلى أن تلك المجموعة قد استنفدت الإمكانات العملية ودخلت في طور من التدهور، على طريقة الليدي غاغا(*). وفي لحظة ما، اندفع غارب في حالة

(*) مغنية ومؤلفة أغان وممثلة أمريكية مشهورة بأعمالها غير التقليدية والاستفزازية، وأيضا التجريب. [المترجمان].

من الإثارة، كان يحمل قطعة من قاع الجدول في حجم قبضة اليد، ولفت انتباهي إلى ما يشبه ظفر إصبع دقيق. وشرح لي: كانت هذه قطعة من فك أحد الأمونيتات، وفكوك الأمونيتات أكثر شيوعا من الأجزاء الأخرى في الجسم، لكنها - مع ذلك - تبقى نادرة الوجود إلى حد كبير، وصاح قائلا: «يكفي هذا ليجعل الرحلة مفيدة».

ليس من الواضح أي جانب من جوانب الاصطدام - الحرارة، أو الظلام، أو البرودة، أو تغير كيمياء الماء - هو الذي قضى على الأمونيتات، وليس من الواضح كذلك لماذا استطاعت أبناء عمومتها السيفالوبودات (الحيوانات رأسية الأرجل) Cephalopod البقاء؛ فعلى النقيض من الأمونيتات نجحت النواتي - على سبيل المثال - في تجاوز حادث الانقراض: إذ إن معظم الأنواع المعروفة بانتمائها إلى نهاية العصر الطباشيري صمدت حتى بلوغ العصر الثالث.

تبدأ إحدى النظريات عن هذا التباين بالبيض؛ حيث كانت الأمونيتات تنتج بيضا صغيرا جدا؛ قطر الواحدة نحو بضعة أجزاء من مائة من البوصة، والفراخ الناتجة أو صغار الأمونيتات لم تكن لديها أي وسيلة للحركة، فهي كانت تطفو فقط بالقرب من سطح الماء، وتنجرف مع تيار الماء. أما النواتي، من ناحيتها، فإنها كانت تضع بيضا كبيرا جدا، يُعد بين الأكبر من اللافقاريات، يبلغ قطر الواحدة تقريبا بوصة. وتخرج صغار النواتي بعد نحو عام من الاحتضان إلى الوجود كنسخ مصغرة عن النواتي البالغة، حيث تبدأ فورا في السباحة بحثا عن الطعام من الأعماق، وربما بعد حدوث الانفجار كانت الأجواء على سطح المحيط مملوءة بالسموم؛ لدرجة أن صغار الأمونيتات لم تستطع البقاء، في حين كان الوضع في المناطق الأعمق من المياه أقل خطورة، وعليه تمكنت النواتي الفتية من الصمود.

أيا كان التفسير؛ فالمصير المتناقض للمجموعتين يثير نقطة محورية. كل شيء (وكل شخص) حي اليوم انحدر من كائن استطاع - بشكل ما - الصمود أمام ذلك الاصطدام. ولكن، هذا لا يعني أن تلك الكائنات (أو نحن) أفضل قدرة على التكيف؛ ففي أوقات الإجهاد الشديد، يفقد المفهوم الكلي لصلاحية الكائنات، على الأقل من المنظور الدارويني، معناه: كيف يمكن لمخلوق أن يتكيف، سواء كان مريضا أو معافى، مع ظروف لم يصادفها في تاريخه التطوري إطلاقا؟ في مثل هذه اللحظات، يطرأ تغير مفاجئ على ما يسميه بول تايلورPaul taylor ، عالم الحفريات بمتحف التاريخ

الطبيعي بلندن، «قواعد لعبة البقاء»[20]. وهكذا، تتحول السمات التي ظلت عدة ملايين من السنين تعتبر ميزات لتصبح فجأة قاتلة (على الرغم من أنه ربما يكون من الصعب تحديد ما هي تلك السمات بالضبط، بعد مضي ملايين السنين على الواقعة). وما ينطبق على الأمونيتات والنواتي ينطبق أيضا - بالقدر نفسه - على السهميات والحبار والبليسيوصورات والسلاحف والديناصورات والثدييات، والسبب الذي جعل هذا الكتاب يُكتب من قبل كائن ذي قدمين، ويكسو جسده شعر بدلا من الحراشف، يرتبط بمأساة الديناصورات أكثر مما يرتبط بأي ميزة معينة تتمتع بها الثدييات.

قال لي لاندمان، في أثناء إعدادنا آخر الحفريات المأخوذة من الجدول، وكنا نستعد للعودة إلى نيويورك: «لم ترتكب الأمونيتات أي خطأ. إذ إن فراخها كانت ستصبح مثل العوالق، وهذا كان من شأنه أن يمنحها ميزة مثالية بالنسبة إلى وجودها؛ فأي طريقة للتحرك ونشر النوع أفضل من ذلك؟ ولكن هنا في النهاية، ربما كان ذلك هو سبب هلاكها».

5

مرحبا بك في الأنثروبوسين

ديكرانوغرابتوس زيكزاك
Dicranograptus ziczac

في العام 1949 جند اثنان من علماء النفس بجامعة هارفاد دستتين من طلاب مرحلة البكالوريوس لإجراء تجربة على الإدراك. كانت التجربة بسيطة: عُرضت أوراق اللعب على الطلاب، وطلبا منهم تعريف كل ورقة عند إظهارها. كانت معظم الأوراق عادية تماما، لكن حدث تلاعب في قليل منها، حيث اشتملت الأوراق على ستة بستونيات حمراء اللون، وأربع كوبّات سوداء اللون(*). وعند عرض البطاقات أمام الطلاب بسرعة لم يلتفتوا إلى هذا

(*) عادة تحتوي أوراق اللعب على ثلاث عشرة ورقة بستوني أسود، وثلاث عشرة ورقة كوبة حمراء، وثلاث عشرة بطاقة بياتي أسود اللون، وثلاث عشرة بطاقة من الديناري أحمر اللون. [المترجمان].

«يتذكر كروتزين أنه قال من دون تفكير: «دعنا نتوقف. نحن لم نعد في عصر الهولوسين، بل نحن فى عصر الأنثروبوسين». حسنا، ساد الهدوء في القاعة فترة. وفي فسحة تناول القهوة التالية كان مصطلح الأنثروبوسين هو الموضوع الرئيس للحديث»

التنافر؛ فمثلا أكدوا أن البستونيات الستة الحمراء هي ستة كوبات، أو أن أربع كوبات سوداء هي أربعة بستونيات، وعندما عرضت البطاقات بسرعة أبطأ وجد الطلاب صعوبة في تفهم ما يرونه. فعند مواجهتهم ببستوني أحمر، قال بعضهم إنها تبدو «أرجوانية» أو «بنية» أو «سوداء تميل إلى لون الصدأ»، في حين أصيب بعضهم الآخر بحيرة تامة.

لاحظ أحدهم أنها «تبدو معكوسة»، أو شيئا من هذا القبيل[1].

وصاح آخر: «لا أستطيع تمييز نوع المنظومة التي تنتمي إليها الورقة، ولا أدري أي لون هي الآن، أو ما إذا كانت بستوني أم كوبة. ولست متأكدا بعد كيف هو شكل البستوني يا إلهي!».

نشر الباحثان نتائجهما في مقال عنوانه «إدراك التباين .. نموذج مثالي». كان توماس كون Thomas Kuhn من بين من وجدوا هذا البحث مثيرا. وبالنسبة إلى كون الذي يُعتبر أهم مؤرخ للعلوم في القرن العشرين، كانت التجربة مثالا نموذجيا بالتأكيد: فقد كشفت كيف يعالج الناس المعلومات المسببة للاضطراب؛ فقد كان أول شيء يخطر لهم هو إقحام تلك المعلومات في إطار مألوف: الكوبة، والبستوني، والإسباتي. وحدث تغاضٍ عن وجود أي مؤشرات تتعلق بعدم التجانس لأطول فترة ممكنة - البستوني الأحمر يبدو «بنيا»، أو «بلون الصدأ». وفي اللحظة التي يصبح فيها الشذوذ جليا بشكل لا يمكن تجاهله تحدث الأزمة التي أسماها عالما النفس «ردة فعل يا إلهي!».

وكما رأى كون في كتابه المهم «بنية الثورات العلمية» The Structure of Scientific Revolutions، فإن هذا النمط كان أساسيا لدرجة أنه لم يُحدث تغييرا في بعض الحالات الفردية للإدراك فقط، بل طال ذلك التغيير أيضا مجالات بحثية بأكملها؛ فالبيانات التي لم تكن تتواءم مع الافتراضات المقبولة عموما لفرع من العلوم كانت إما تهمل وإما تُفسَّر تفسيرا يجعلها تفقد أهميتها أطول فترة ممكنة. وكلما تراكمت التناقضات كانت تزداد التبريرات المعقدة. وكتب كون: «في العلوم، كما في تجربة أوراق اللعب، لا يظهر الإبداع إلا بصعوبة»[2]، لكن في نهاية المطاف ظهر الشخص الذي كان مستعدا لكي يسمي البستوني الأحمر بستونيا أحمر؛ فالأزمة أفضت إلى إدراك الحقيقة، وتنحى الإطار القديم مفسحا في المجال لإطار جديد.

وهكذا حدثت الاكتشافات العلمية الكبرى أو «التحولات المفاهيمية» (paradigm shifts)، وهو المصطلح الذي يعود الفضل في انتشاره الواسع إلى كون نفسه.

ويمكن سرد تاريخ علم الانقراض كسلسلة من التحولات المفاهيمية، فحتى نهاية القرن الثامن عشر لم يكن تصنيف الانقراض نفسه موجودا. ومع ازدياد العظام الغريبة التي اكتُشفت - الماموث والبهضم والموساصور - أصبح أكثر صعوبة على العلماء الطبيعيين أن يجدوا مكانا، ضمن الأطر المألوفة، يتوافق مع تلك العظام. وما قاموا به فعلا هو أنهم حاولوا أن يجدوا لها مكانا؛ فتوصلوا إلى أن تلك العظام الهائلة كانت تنتمي إلى فيلة انجرفت إلى الشمال، أو تنتمي إلى فرس النهر الذي شرد في اتجاه الغرب، أو إلى حيتان تتمتع بتكشيرة خبيثة. وعندما وصل كوفييه إلى باريس رأى أن أضراس الماستودون لا تتواءم مع الإطار المعترف به؛ وكانت تلك بمنزلة لحظة «يا إلهي!» التي أدت به إلى اقتراح طريقة جديدة كليا للنظر إليها. أقر كوفييه بأن الحياة لها تاريخ. وقد اتسم ذلك التاريخ بالفقدان، ووقعت فيه أحداث مرعبة بين حين وآخر، لا يمكن للبشر تصورها. وكما وصف كون الأمر: «على الرغم من أن العالم لا يتغير بتغير المفاهيم فإن العلماء يعملون بعد ذلك في عالم مختلف».

وفي كتابه «بحث عن الأحافير العظمية» Recherches sur less ossemens fossils، ذكر كوفييه عشرات الأنواع المفقودة، وكان عنده إحساس أكيد بأن هناك كثيرا ينتظر الاكتشاف. وخلال عقود قليلة، حدث تعرف على كثير من المخلوقات المنقرضة التي بدأ إطار كوفييه يكتشفها. ولمواكبة سجل الحفريات المتنامي، كان لا بد من استمرار عدد الكوارث في التضاعف. وقال لايل ساخرا من تلك المحاولة برمتها «الله وحده الذي يعرف كم عدد الكوارث التي سنحتاج إليها لأجل ذلك»[3]. وكان الحل بالنسبة إلى لايل هو رفض نظرية الكوارث كلية؛ ففي صياغة لايل - وفيما بعد داروين - كان الانقراض عملية منعزلة؛ فكل نوع اختفى قام بذلك بمفرده، وكان ضحية «الصراع من أجل الحياة»، ولعيوبه الذاتية «بوصفه شكلا من الأشكال الأقل تطورا».

ظل موضوع تماثلية الانقراض متماسكا أكثر من قرن، ثم، وباكتشاف طبقة الإيريديوم واجه العلم أزمة جديدة (وفقا لأحد المؤرخين، أحدثت أبحاث الثنائي

ألفاريز «انفجارا في مجال العلم يماثل الانفجار الذي أحدثه الاصطدام على الأرض»[4]. تناولت فرضية الاصطدام لحظة منفردة من الزمن - يوما سيئا ومزعجا ورهيبا في نهاية العصر الطباشيري. لكن تلك اللحظة المنفردة كانت كافية لعمل شرخ في إطار لايل وداروين. فقد تبين أن الكوارث قد حدثت بالفعل.

ويشير مفهوم «الكارثية الجديدة» (نيوكاتاستروفيسم neocatastrophism)، كما يطلق عليها أحيانا، علما أنها تُعتبر الآن، على الأغلب، مجرد جيولوجيا اعتيادية، إلى أن الظروف على الأرض تتغير لكن بشكل بطيء جدا، وأحيانا لا تتغير. وفي هذه الحالة لا يكون النموذج السائد «كوفييهيا» أو «داروينيا»، بل يشتمل على عناصر رئيسية من الاثنين «فترات طويلة من الملل يتخللها بين حين وآخر فزع». وعلى الرغم من ندرتها، فإن لحظات الفزع تلك تتمتع بأهمية غير متكافئة؛ فهي تحدد نمط الانقراض، وبمعنى آخر، نمط الحياة.

يؤدي الطريق الذي نسلكه إلى تل مرتفع، حيث نعبر مجرى مائيا سريع الحركة، ثم نعبر المجرى في الاتجاه المعاكس، حيث نصادف في طريقنا جثة خروف، ليس ميتا فقط، بل منكمش مثل منطاد مفقود. كان التل ناصع الخضرة، لكن بلا شجر؛ وقد حالت أجيال من أعمام وخالات ذلك الخروف دون نمو أي شيء فوق مستوى أنوفها. ومن وجهة نظري كان المطر يتساقط، ولكن هنا في الأراضي العالية جنوب اسكتلندا، كما أخبرني أحد الجيولوجيين الذي كنت أتسلق التل معه، فإن ذلك لم يكن أكثر من مجرد رذاذ (أو smirr كما يسمى باللهجة الاسكتلندية).

كان مقصدنا هو واديا يطلق عليه «دوبزلين» Dob's Linn، حيث وفقا لأغنية قديمة، دفع الشيطان نفسه من فوق منحدر بواسطة راعي غنم تقي يدعى دوب. وعندما وصلنا إلى المنحدر بدا أن هطول الرذاذ قد بدأ يشتد. كان هناك مشهد فوق شلال مياه كان يصب بقوة في واد ضيق. وعلى بعد ياردات قليلة من المسار كان هناك بروز من صخور مسننة مخططة رأسيا مثل قميص حكم الملاعب، بحِزم من لون فاتح وأخرى بلون داكن. وضع جان زالاسيفس Jan Zalasiewicz، الاختصاصي في طبقات الأرض من جامعة ليستر، حقيبة الظهر الخاصة به على الأرض الرطبة، وأصلح وضع معطفه الأحمر الواقي من المطر، وأشار إلى أحد الخطوط الفاتحة (الباهتة) وقال لي: «حدثت هنا أمور سيئة».



الشكل رقم (18): شلال المياه في «دوبزلين»

يرجع تاريخ الصخور التي ننظر إليها إلى 445 مليون سنة تقريبا، إلى نهاية العصر الأوردوفيكي(*). في تلك المرحلة كانت الأرض تشهد تداخلا قاريا؛ حيث إن معظم الأرض اليابسة - بما في ذلك ما هو معروف الآن بأفريقيا وأمريكا الجنوبية وأستراليا والقارة القطبية الجنوبية - كانت كلها ملتحمة بعضها ببعض، ضمن كتلة ضخمة واحدة تُسمى غوندوانا Gondwana، والتي كانت تمتد لأكثر من تسعين درجة على خطوط العرض. كانت إنجلترا تنتمي إلى قارة أفالونيا Avalonia - المفقودة الآن؛ كما كان وادي دوبزلين يقع في نصف الكرة الجنوبي. في قاع محيط يدعى أيابيتوس Iapetus.

جاء العصر الأوردوفيكي مباشرة بعد الكمبري، والمعروف حتى بالنسبة إلى طلاب الجيولوجيا غير المهتمين بأنه عصر «انفجار» أشكال الحياة الجديدة التي ظهرت(**). كما كان العصر الأوردوفيكي هو الفترة التي اتخذت فيها الحياة اتجاهات جديدة بشكل مثير، والتي تعرف بالإشعاع الأوردوفيكي، على الرغم من أنها ظلت محصورة

(*) يشير هذا العصر إلى الفترة الثانية لعصر الباليوزويك بين الكمبي والسلوري. [المترجمان].

(**) العصور الجيولوجية لآخر نصف مليار سنة هي: الكمبري، والأوردوفيكي، والسيلوري، والديفوني. الجبال تجلس بعناية شديدة، ربما لأن مفاصلها تحدث صريرا. [المترجمان].

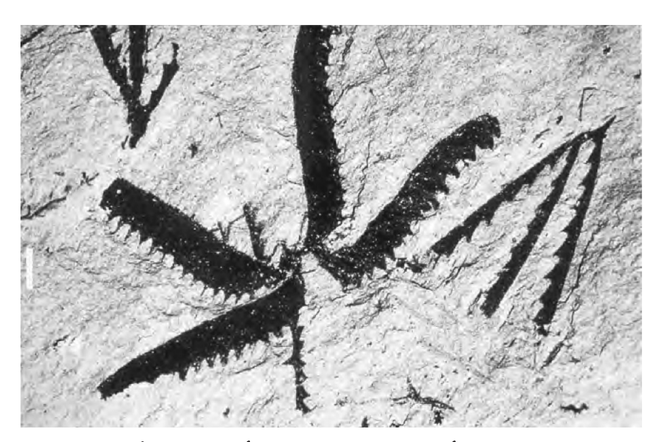
أغلب الوقت في المياه. وخلال العصر الأوردوفيكي تضاعفت أعداد العائلات البحرية ثلاث مرات، وامتلأت البحار مخلوقات نستطيع نحن تقريبا التعرف عليها (أسلاف ما هو معروف هذه الأيام بنجم البحر وقنفذ البحر والنواتي والحلزون)، لكن كان هناك أيضا كثير من الأنواع التي لن نتمكن من التعرف إليها، مثل «مخروطيات الأسنان» Conodonts التي شكلها مثل ثعبان الماء، وثلاثية الفصوص التي تشبه سلطعون حدوة الحصان، وعقرب البحر العملاق الذي كان يبدو أشبه بالأشياء التي نراها في الكوابيس. وظهرت أولى الشعاب واتخذت أسلاف البطلينوس المعروف هذه الأيام شكلها الشبيه بالبطلينوس. وفي منتصف العصر الأوردوفيكي بدأ أول النباتات في استعمار الأرض. كانت تلك هي الطحالب المبكرة جدا، أو الحشائش الكبدية. وكانت تنمو على نحو منخفض وملاصق للأرض، كأنها لا تدري ماذا تفعل بذلك الوسط المحيط الجديد.

عند نهاية العصر الأوردوفيكي، منذ نحو 444 مليون سنة، فرغ المحيط من مائه، ومات نحو 85 في المائة من الأنواع البحرية[5]. ولفترة طويلة كان ينظر إلى ذلك الحادث على أنه واحدة من تلك الكوارث الكاذبة؛ التي تبين كيف أنه لا يمكن الوثوق بسجل الحفريات. واليوم ينظر إليه على أنه أول الانقراضات الخمسة الكبرى، ويعتقد أنه حدث على دفعتين مميتتين استغرقتا فترتين وجيزتين. وعلى الرغم من أن ضحايا هذا العصر لم تكن لها الشهرة نفسها التي كانت لضحايا نهاية العصر الطباشيري، فإنه يعتبر أيضا العصر الذي شهد نقطة تحول في تاريخ الحياة، أي اللحظة التي انقلبت عندها قواعد اللعبة فجأة، مخلفة بذلك تبعات ستدوم إلى الأبد بكل ما للكلمة من معنى.

وتلك الحيوانات والنباتات التي استطاعت الصمود خلال الانقراض الأوردوفيكي «هي التي كونت العالم الحديث»، كما قال عالم الحفريات البريطاني ريتشارد فورتي Richard Fortey. وتابع القول: «ولو أن قائمة الأنواع الناجية تغيرت، ولو قيد أنملة، لتغير العالم اليوم»[6].

زالاسيفيتش هو المرشد الذي كان يرافقني في دوبزلين، وهو رجل نحيل، شعره أشعث، ولون عينيه أزرق باهت، وله أسلوب رسمي مهذب في التعامل، كما أنه خبير في «الغرابتولايتات» graptolites، وهي صنف من الكائنات البحرية التي كانت شديدة التنوع، وكانت متوافرة بأعداد كبيرة. وقد ازدهرت في العصر الأوردوفيكي،

ثم اختفت كلها تقريبا في حدث الانقراض. وبالنظر بالعين المجردة تبدو حفريات الغرابتولايت أشبه بالخدوش، أو في بعض الأحيان بـ «النقوش الصخرية الدقيقة». (تأتي كلمة غرابتولايت من الإغريقية، وتعني «صخرا مكتوبا»، كان قد صكها لينيوس الذي اعتبر الغرابتولايت مجرد تشكيلات قشرية معدنية تحاول أن تظهر كأنها بقايا حيوانات). وإذا ما نظرنا إليها من خلال عدسة تكبير يدوية، يتبين على الأغلب أنها تتمتع بأشكال جميلة ومملوءة بالإيحاءات، فبينما يذكرنا أحد الأنواع بشكل الريشة، يوحي لنا نوع آخر بشكل القيثارة، ويثير في ذهننا نوع ثالث شكل ورقة نبات السرخس. والغرابتولايتات حيوانات استعمارية؛ حيث يبني كل فرد منها، ويعرف بـ «شبه الحيوان» Zooid، ملجأ أنبوبيا لنفسه يعرف باسم «القراب» theca الذي يتصل بقراب جاره، مثل صف من المنازل المتصلة. وهكذا فإن أحفورة غرابتولايت واحدة تمثل مجتمعا كاملا، ينجرف أو على الأرجح يسبح بوصفه كينونة واحدة، ويتغذى على عوالق أصغر منه. ولا يعرف أحد كيف كانت تبدو بالضبط أشباه الحيوانات تلك، وكما هي الحال مع الأمونيتات، فإن الأجزاء الرخوة من تلك الحيوانات غير قابلة للحفظ، لكن يعتقد الآن أن الغرابتولايت ذو صلة بـ «ذوات الخياشيم المجنحة» Pterobranchs، وهو صنف من الكائنات البحرية الصغيرة التي يصعب إيجادها، وتشبه نبات «خناق الذباب» Venus flytraps(*).



الشكل رقم (19): أحافير غرابتولايت تعود إلى أوائل العصر الأوردوفيكي

(*) أو مصيدة فينوس، وهو نوع من النباتات آكلة اللحوم. [المحرر].

وكانت لدى الغرابتولايتات عادة - وهي عادة محببة من وجهة نظر عالم طبقات الأرض - تتمثل في التشكل النوعي والانتشار ثم الموت، وكل ذلك في زمن قصير نسبيا. ويشبهها زالاسيفيتش بـنتاشا، البطلة الرقيقة لرواية الحرب والسلام، فهي كما يقول، رقيقة وعصبية وحساسة جدا تجاه الأشياء المحيطة بها. مما يجعلها حفريات مرجعية مفيدة، فالأنواع المتعاقبة يمكن استخدامها للتعرف على طبقات الصخور المتتابعة.

والعثور على الغرابتولايت في دوبزلين اتضح أنه أمر سهل، حتى بالنسبة إلى هواة جمع الحفريات. والحجر الأسود في ذلك الجزء الناتئ والمدبب من الصخرة هو عبارة عن صخر طيني. ولا يحتاج الأمر إلا إلى نقرة خفيفة بالمطرقة لنفصل قطعة عنها، وبطرقة أخرى تنفلق القطعة جانبيا وتنقسم مثل كتاب ينفتح تلقائيا على صفحة يكثر التردد عليها، وغالبا ليس هناك شيء تراه على السطح الحجري، لكن كثيرا ما تشاهد واحدة أو أكثر من العلامات الباهتة، رسائل من عالم سابق.

وأحد الغرابتولايتات الذي وقعت عليه كان محفوظا بوضوح غير عادي. شكله مثل مجموعة من الرموش الصناعية، لكنه صغير جدا، كما لو كان لدمية من نوع باربي. أخبرني زالاسيفيتش - وكان يبالغ بلا شك - أنني وجدت «عينة تستحق أن توضع في متحف»، وضعتها في جيبي.

وبمجرد أن أطلعني زالاسيفيتش على الأشياء التي يجب أن أبحث عنها، أصبحت قادرة على تحديد منحنى الانقراض. وفي الصخور الطينية توجد وفرة من الغرابتولايتات المتنوعة. وسرعان ما جمعت كثيرا منها، وأصبحت جيوب سترتي متدلية بسببها. كان كثير من الحفريات عبارة عن أشكال متنوعة للحرف V بذراعين متفرعتين من نقطة التقاء مركزية. البعض منها يشبه سحّاب الملابس، وبعضها الآخر مثل عظمة الترقوة عند الطيور، في حين كانت هناك أنواع أخرى لها أذرع تتفرع من أذرعها، مثل أشجار دقيقة.

في المقابل، كانت الأحجار فاتحة اللون جرداء؛ حيث كان – بصعوبة - يمكن العثور فيها على غرابتولايت واحد؛ فالانتقال من حالة إلى أخرى - من أحجار سوداء إلى رمادية، أي من كثير من الغرابتولايتات إلى تقريبا لا شيء - يبدو أنه قد حدث فجأة، ووفقا لزالاسيفيتش حدث فجأة بالفعل.

قال لي زالاسيفيتش: «يمثل التغير من اللون الأسود إلى الرمادي نقطة تحول إن صح التعبير، من قاع بحري صالح للعيش إلى قاع بحري آخر غير صالح للعيش. وكان في الإمكان مشاهدة حدوث ذلك خلال مدة حياة الإنسان. ووصف هذا التحول على أنه كوفييهي بامتياز.

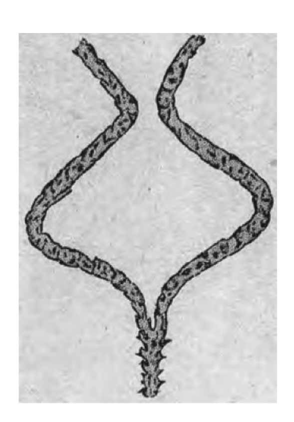
قام اثنان من زملاء زالاسيفيتش، وهما دان كوندون Dan Condon، وإيان ميلر Ian Millar، من مركز المسح الجيولوجي البريطاني بمرافقتنا إلى وادي دوبزلين. والاثنان خبيران في كيمياء النظائر، ويخططان لجمع عينات من كل خط من خطوط الصخرة الناتئة - وهي عينات يأملان أن تحتوي على بللورات دقيقة من الزركون. وعند العودة إلى المختبر سيذيبان البللورات ويفحصان النتائج بواسطة مقياس الطيف الكتلي. وهذا سيمكنهما من إعطاء تقدير، يزيد أو ينقص قليلا، عن نصف مليون سنة، بشأن تاريخ تشكل كل طبقة من الطبقات. ميلر اسكتلندي ويزعم أنه لا يتأثر برذاذ الأمطار؛ غير أنه في النهاية أقر – بالإنجليزية - بأن المطر كان يسقط بغزارة. كانت هناك كميات كبيرة من المياه الطينية التي تتدفق على سطح الصخرة الناتئة؛ مما جعل من الصعب الحصول على عينات نظيفة. وقررنا مواصلة المحاولة في اليوم التالي. حمل الجيولوجيون الثلاثة معداتهم ثم انطلقنا نزولا في اتجاه السيارة. كان زالاسيفيتش قد حجز لنا في فندق يقدم خدمتي النوم والإفطار في مدينة موفات القريبة، والتي من أهم معالمها، كما قرأت، أنها تحتوي على أضيق فندق في العالم، وعلى خروف برونزي.

وبمجرد أن بدل كل منا بالملابس المبللة أخرى جافة، تقابلنا في حجرة جلوس الفندق لتناول الشاي. أحضر زالاسيفيتش معه العديد من أبحاثه المنشورة أخيرا عن الغرابتولايت. استرخى كوندون وميلر في مقعديهما ودارت أعينهما متأففين. غير أن زالاسيفيتش لم يلتفت إليهما، وبدأ يشرح لي بصبر فحوى أحدث أبحاثه الذي يحمل عنوان «الغرابتولايت في علم الطبقات البريطاني»، والذي يقع في ست وستين صفحة، ويحتوي على رسومات تفصيلية لأكثر من 650 نوعا. ويظهر تأثير الانقراض في هذا البحث بشكل أكثر منهجية، غير أنه أقل وضوحا مما هو عليه في التل المغمور بالأمطار. وحتى نهاية العصر الأوردوفيكي كانت الغرابتولايتات التي على شكل حرف V هي السائدة. وهذه كانت تضم أنواعا مثل «ديكرانوغرابتوس

زيكزاك» Dicranograptus ziczac، التي كانت أجزاؤها الكاسية تنتظم على طول أذرع تلتوي بعيدا ثم تقترب بعضها من بعض، مثل أنياب الفيل، وأديلوغرابتوس دايفيرغنس Adelograptus divergens التي - بالإضافة إلى الذراعين الرئيسيتين - كانت تمتلك أذرعا جانبية تبرز كأصابع الإبهام. ولم يبق من حادث الانقراض إلا حفنة من أنواع الغرابتولايت. وفي نهاية المطاف تنوعت هذه الغرابتولايتات وعادت لتقطن البحار في العصر السيلوري. لكن غرابتولايتات العصر السيلوري كان لها جسم انسيابي مستقيم أقرب إلى العصا منه إلى مجموعة من الأغصان. كما اختفى الشكل V ولم يعد إلى الظهور أبدا. وبهذا تصبح لدينا نسخة مصغرة جدا جدا عن مصير الديناصورات والموساصورات والأمونيتات، التي كانت جميعها يوما ما أشكالا ناجحة بشكل كبير، ثم أصبحت أثرا بعد عين.

ما الذي حدث منذ 444 مليون سنة وأدى إلى إبادة شبه كاملة للغرابتولايتات، فضلا على مخروطيات الأسنان، و«عضديات الأرجل» Brachiopods، و«شوكيات الجلد» Echinoderms، و«ثلاثيات الفصوص»؟

في السنوات التي تلت مباشرة نشر بحث فرضية ألفاريز، كان يعتقد - بشكل عام، على الأقل بين هؤلاء الذين يعتقدون أن الفرضية أكثر من أن تكون «كلاما فارغا» - أن هناك نظرية موحدة عن الانقراض الجماعي في متناول أيدينا؛ فإذا كان كويكب سببا في حدوث «فجوة واحدة» في سجل الحفريات، فمن المعقول توقع أن الاصطدامات هي التي سببت كل تلك الفجوات. اكتسبت هذه الفكرة دعما



الشكل رقم (20): رسم للغرابتولايت من نوع Dicranograptus ziczac، ويظهر أكبر عدة مرات من حجمه الفعلي

في العام 1984 عندما نشر اثنان من علماء الحفريات، من جامعة شيكاغو، تحليلا شاملا لسجل الحفريات البحرية[7]. كشفت الدراسة أنه إلى جانب الانقراضات الجماعية الخمسة الكبرى، كانت هناك حوادث انقراض كثيرة على نطاق أصغر. وعند أخذ كل هذه الحوادث في الاعتبار، تكوَّن لدينا نسق: فقد بدا أن الانقراضات الجماعية تحدث على فترات منتظمة كل ستة وعشرين مليون سنة. وبعبارة أخرى، كان الانقراض يحدث على شكل اندفاعات دورية، مثل «حشرة زيز الحصاد» التي تزحف من باطن الأرض. لم يكن عالما الحفريات، دافيد روب David Raup وجاك سيبكوسكي Jack Sepkoski متأكدين ما الذي سبب هذه الاندفاعات، لكن كانت أفضل تخميناتهما تشير إلى أن ثمة «دورة فلكية وفيزيائية» لها علاقة بمرور المجموعة الشمسية عبر الأذرع اللولبية لدرب اللبانة. عندئذ أخذت مجموعة من علماء الفيزياء الفلكية - تصادف أن كانوا زملاء آل ألفاريز في بيركلي - تلك التخمينات خطوة أبعد. دفعت هذه المجموعة بأنه كان يمكن تفسير تلك الحالة الدورية بـ «مرور نجم صغير مصاحب» للشمس، كل ستة وعشرين مليون سنة عبر سحابة أورت Oort Cloud(*)، وهو ما كان ينتج عنه هطول المذنبات التي تلحق الدمار بالأرض. وحقيقة أن أحدا لم يشاهد هذا النجم، الذي سمي «انتقام» Nemesis على طريقة أفلام الرعب، والذي مثَّل لمجموعة بيركلي مشكلة، غير أنها لم تكن مشكلة لا يمكن التغلب عليها، حيث إن هناك كثيرا من النجوم الصغيرة في السماء لاتزال تنتظر التصنيف.

وفي وسائل الإعلام العامة، ولَّدت هذه المسألة التي أصبحت تعرف بـ «قضية نمسيس الانتقام» Nemesis Affair قدرا من الإثارة يعادل تلك التي أحدثتها فرضية الكويكب الأصلية (وقد وصف أحد المحررين القصة على أنها تحتوي على كل شيء ما عدا أخبار الجنس والعائلة الملكية)[8]. ونشرت مجلة التايم مقالا شغل حيزا من غلافها، سرعان ما تبعه مقال افتتاحي آخر يهاجمه في صحيفة نيويورك تايمز[9] (حيث سخر المقال الافتتاحي من فكرة «نجم الموت الغامض»). في هذه المرة كانت الصحيفة بصدد شيء ما؛ فعلى الرغم من أن أفراد مجموعة بيركلي أمضوا السنة

(*) سحابة أورت، سحابة كروية من صخور صغيرة وأجسام ثلجية يفترض أنها تدور حول الشمس خلف بلوتو. وسميت بهذا الاسم نسبة إلى مكتشفها ج إتش أورت. [المترجمان].

التالية بأكملها تقريبا وهم يتفحصون السماء بحثا عن «نمسيس»، غير أنهم لم يكتشفوا أي أثر «لنجم الموت ذاك». ومما أثار أهمية أكثر هو أنه بعد مزيد من التحليل بدأت الأدلة عن تلك الحالة الدورية في الانهيار. وقال لي دافيد روب: «إن كان هناك إجماع، فهو إجماع على أن ما كنا نراه عبارة عن حالة إحصائية شاذة».

في هذه الأثناء كان البحث عن الإيريديوم، وعن أدلة أخرى عن الاصطدامات التي كان مصدرها الفضاء الخارجي، قد بدأ يتهاوى. ألقى لويس ألفاريز - مع آخرين كثيرين - كل ثقله في هذا البحث. واستطاع في زمن لم نكن نسمع فيه عمليا عن وجود تعاون علمي مع الصينيين، أن يحصل على عينات صخور من جنوب الصين، من الفترة بين العصرين البرمي والثلاثي. كان الانقراض الذي حدث عند نهاية العصر البرمي، أو ما يعرف بانقراض العصر البرمي الثلاثي، هو أكبر الانقراضات الجماعية الخمسة، وكان حدثا مروعا أنهى تقريبا الحياة متعددة الخلايا. كان لويس في سعادة غامرة عندما وجد طبقة من الطين محشورة بين حزم الصخور من جنوب الصين، تماما كما كانت الحال في مدينة غوبيو. وخلال حديثه عن هذا الأمر لاحقا، قال: «تصورنا أنه بالتأكيد سنجد الإيريديوم هناك»[10]. لكن اتضح أن الطين الصيني كان - من الناحية الكيميائية - عاديا، وأن محتوى الإيريديوم فيه كان ضئيلا لدرجة أنه لا يمكن قياسه. وفي وقت لاحق اكتُشفت كميات من الإيريديوم أعلى من المعدل الطبيعي في نهاية العصر الأوردوفيكي، وذلك ضمن صخور تعود إلى وادي دوبزلين وعدد من الأماكن الأخرى. ولكن المؤشرات الدالة على حدوث اصطدام، مثل الكوارتز المصدوم، لم يظهر أي منها في إطار الزمن الصحيح، ولذلك استُنتِج أن ارتفاع مستويات الإيريديوم كان على الأرجح، ولو أن هذا كان ينطوي على قدر أقل من الإثارة، يعود إلى تقلبات عملية الترسب.

والنظرية الحالية تقول إن انقراض نهاية العصر الأوردوفيكي كان سببه التجلد. وكان مناخ الاحتباس الحراري هو السائد في معظم تلك الفترة، حيث كان مستوى ثاني أكسيد الكربون في الهواء عاليا جدا؛ كذلك كان مستوى البحار ودرجة الحرارة. لكن عند حدوث الدفعة الأولى من الانقراض تقريبا - أي الانقراض الذي ألحق الدمار بين صفوف الغرابتولايتات - هبط مستوى CO_2، وانخفضت درجات الحرارة، وتجمدت غوندوانا. وقد وُجدت أدلة على التجلد الأوردوفيكي في مناطق

متباعدة تمثل بقايا من القارة العظمى، مثل المملكة العربية السعودية والأردن والبرازيل. انخفضت مستويات البحار واختفى كثير من المواطن البحرية، مما ألحق الضرر بالكائنات البحرية، كما تغيرت كيمياء المحيطات، حيث إن زيادة برودة المياه تترتب عليها أشياء كثيرة من بينها أنها ستحتفظ بكمية أكبر من الأكسجين. لم يتأكد أي أحد مما إذا كان تغير درجة الحرارة، أو أحد المضاعفات العديدة التي نجمت عنه هي التي قتلت الغرابتولايتات، وكما وصف زالاسيفيتش الأمر لي: «هناك جثة في المكتبة ونصف دستة من الخدم يجوبون المكان وهم خجولون». كما لا يعلم أي شخص ما الذي أحدث ذلك التغيير في بداية الأمر. تدعي إحدى النظريات أن التجلد نتج بواسطة الطحالب المبكرة التي استعمرت اليابسة، وبفعل ذلك، ساعدت في سحب ثاني أكسيد الكربون من الهواء[11]. وإذا كانت هذه هي الحالة؛ فإن أول انقراض جماعي للحيوانات كانت النباتات هي السبب فيه.

يبدو كذلك أن انقراض نهاية العصر البرمي قد أحدثه تغير في المناخ؛ لكن في هذه الحالة، سار التغير في الاتجاه المعاكس. عند حدوث الانقراض بالضبط منذ 252 مليون سنة، كان هناك انطلاق هائل للكربون في الهواء، هائل لدرجة أن الجيولوجيين يجدون صعوبة في تصور من أين جاء كل ذلك الكربون. ارتفعت درجات الحرارة بشكل خيالي، ما أدى إلى ارتفاع درجة حرارة المياه في البحار[12]، بمقدار ثماني عشرة درجة، وكذلك تغيرت كيمياء المحيطات بشكل لا يمكن تصوره؛ حيث تحولت إلى ما يشبه حوض أسماك كبير خارج عن السيطرة. زادت حموضة الماء، وتضاءلت كمية الأكسجين المذاب لدرجة أنه من المحتمل أن كثيرا من الثدييات قد اختفت نتيجة لذلك، كما انهارت الشعاب. لم يحدث انقراض نهاية العصر البرمي في مدة زمنية تعادل عمر الإنسان، ولكن من وجهة النظر الجيولوجية كان حدوثه بالقدر نفسه تقريبا، ووفقا لآخر الأبحاث التي أجراها علماء صينيون وأمريكيون، لم تستمر الحادثة بأكملها أكثر من مائتي ألف سنة، وربما أقل من مائة ألف سنة[13]. وبانتهاء تلك الحادثة اختفى نحو تسعين في المائة من كل الأنواع على الأرض. ويبدو أنه غير كاف أن يفسر فقدان على هذا المستوى الهائل بسبب ارتفاع درجة الحرارة الشديد عالميا، أو بسبب حموضة المحيطات، ولذلك لايزال البحث جاريا عن آليات إضافية. تنص إحدى الفرضيات على أن ارتفاع درجة حرارة المحيطات شكَّل بيئة مواتية

للبكتيريا المنتجة لكبريتيد الهيدروجين السام لمعظم أشكال الحياة[14]. ووفقا لهذا السيناريو تراكم كبريتيد الهيدروجين في الماء، وقتل المخلوقات البحرية، ثم تسرب إلى الهواء، وقضى على جميع المخلوقات الأخرى تقريبا. غيرت البكتريا المختزلة للكبريتات لون المحيطات، كما غير كبريتيد الهيدروجين لون السماوات. ووصف الكاتب في مجال العلوم كارل زيمر Carl Zimmer عالم نهاية العصر البرمي «بأنه عالم متنافر تماما»، حيث كانت البحار الأرجوانية الزجاجية خلاله تطلق الفقاعات السامة التي كانت ترتفع حتى تصل إلى «سماء خضراء شاحبة»[15].

إذا كان قد بدا منذ خمس وعشرين سنة مضت أن كل الانقراضات الجماعية تعود إلى السبب نفسه، فإن العكس هو الصحيح الآن. وكما في روايات تولستوي يبدو أن كل حادث انقراض كان يسبب البؤس - على نحو لا يمكن تفاديه - وبطريقته الخاصة. وربما تكون غرابة الأحداث نفسها هي التي تجعلها، في الحقيقة، مميتة لهذه الدرجة؛ فقد وجدت هذه الكائنات نفسها فجأة في مواجهة ظروف لم تكن مستعدة لها على الإطلاق من الناحية التطورية.

أخبرني والتر ألفاريز: «أعتقد أنه بعد أن أصبحت الأدلة قوية بشأن حصول اصطدام عند نهاية العصر الطباشيري، توقع من كان منا يبحث في هذا الشأن بسذاجة أننا سنخرج ونعثر على أدلة على اصطدامات حدثت بشكل متزامن مع أحداث الانقراض الأخرى. لكن تبين أن الأمر كان أكثر تعقيدا؛ فنحن نرى الآن أن الانقراض الجماعي يمكن أن يسببه البشر. وعليه فإنه من الواضح أنه لا توجد لدينا نظرية عامة عن الانقراض الجماعي».

في ذلك المساء، في مدينة موفات، وبعد أن كنا قد شبعنا من تناول الشاي والحديث عن الغرابتولايتات، توجهنا إلى الحانة الموجودة في الطابق الأرضي في أضيق فندق في العالم. وبعد كأس أو كأسين تحول الحديث إلى موضوع مفضل آخر لدى زالاسيفيتش: الفئران العملاقة؛ لقد تتبعت الفئران البشر في كل أنحاء المعمورة تقريبا. وثمة رأي مهني عند زالاسيفيتش يشير فيه إلى أنها في يوم من الأيام ستستولي على الأرض.

أخبرني زالاسيفيتش: «بعض الفئران ربما ستحافظ على حجمها وشكلها الطبيعيين، لكن بعضها الآخر قد يتقلص أو يتمدد. وفي حال كان هناك انقراض

وبائي وتوافرت بيئة ملائمة، فإن ذلك قد يشكل الوضع المثالي الذي يمكن أن تسخره الفئران لمصلحتها. ونحن نعلم أن التغير في الحجم يمكن أن يحدث بسرعة معقولة، وتذكرت أنني راقبت ذات مرة فأرا يجر قطعة بيتزا على طول قضبان المترو في محطة الجانب الغربي الشمالي لمنهاتن. تصورته يمشي بتثاقل عبر نفق مهجور وقد تضخم حتى أصبح في حجم كلب من نوع دوبرمان.

على الرغم من أن العلاقة هنا تبدو ضعيفة فإن اهتمام زالاسيفيتش بالفئران الضخمة يمثل امتدادا منطقيا لاهتمامه بالغرابتولايتات. إنه مأخوذ بالعالم الذي سبق البشر، كما أنه مأخوذ - بشكل متزايد - بالعالم الذي سيتركه البشر خلفهم. فأحد المشروعين هو الذي سيحدد معالم المشروع الآخر عندما يدرس العصر الأوردوفيكي فإنه يحاول إعادة تركيب الماضي البعيد على أساس القرائن المبعثرة التي لاتزال موجودة: الحفريات ونظائر الكربون وطبقات الصخور الرسوبية. وعندما يفكر في المستقبل، فهو يحاول تصور ما الذي سيبقى من الحاضر عندما سيتحول العالم المعاصر إلى بقايا مبعثرة: حفريات ونظائر الكربون، وطبقات من الصخور الرسوبية. وزالاسيفيتش مقتنع بأنه حتى عالم طبقات على درجة متوسطة من الكفاءة، على بعد مائة مليون سنة أو شيء من هذا القبيل، سيكون قادرا على أن يعرف أن شيئا غير عادي حدث في تلك اللحظة من الزمن التي تمثل الحاضر بالنسبة إلينا. هذه هي الحالة على الرغم من أنه بعد مائة مليون سنة من الآن، كل ما نعتبره من أعمال الإنسان العظيمة (النحت والمكتبات والمعالم والمتاحف والمدن والمصانع) ستنضغط كلها على شكل طبقة رسوبية، رقيقة لا يتعدى سمكها ورقة سيجارة[16]. وكتب زالاسيفيتش: «لقد تركنا بالفعل سجلا لن تمحى آثاره»[17].

وإحدى الطرق التي أنجزنا بها ذلك كان من خلال مثابرتنا. وكثيرا ما أعاد البشر، عن قصد وعن غير قصد، ترتيب الكائنات الحية على الأرض، حيث نقلوا النباتات والحيوانات من آسيا إلى أمريكا، ومن أمريكا إلى أوروبا، ومن أوروبا إلى أستراليا. كانت الفئران في مقدمة هذه التحركات باستمرار، وتركت عظامها منتشرة في كل مكان، بما في ذلك الجزر البعيدة جدا؛ لدرجة أن البشر لم يكلفوا خاطرهم عناء الاستيطان بها. لقد انتقل «الفأر الباسفيكي» **Rattus exulans** الذي يستوطن جنوب شرق آسيا مع البحارة البولينيزيين، إلى العديد من الأماكن من بينها: هاواي وفيجي

وتاهيتي وتونغا وساموا وجزيرة الفصح ونيوزيلندا، وبما أن هذا الفأر المسافر خلسة على متن البواخر لم يلتق إلا بعدد قليل من الحيوانات المفترسة، فقد تكاثرت أعداده حتى تحول، كما وصفه عالم الحفريات النيوزيلندي ريتشارد هولدواي Richard Holdaway إلى «مدٍّ رمادي»[18]. حول «كل شيء يؤكل إلى بروتين فئران» (وقد توصلت دراسة حديثة لبقايا حبوب اللقاح والحيوانات على جزيرة إيستر إلى أنه لم يكن البشر هم الذين أزالوا الغابات بل كانت الفئران التي صاحبتهم وتناسلت من دون رقابة هي التي فعلت ذلك، ولم يستطع النخيل المحلي إنتاج بذور بالسرعة الكافية لإشباع شهيتها)[19]. وعندما وصل الأوروبيون إلى الأمريكتين، وواصلوا السير غربا إلى الجزر التي استوطنها البولينيزيون، جلبوا معهم الفئران النرويجية الأكثر تكيفا «راتوس نورفيغيوكوس» Rattus norvegicus. تغلبت الفئران النرويجية التي هي في الأصل صينية، على الغزاة الأوائل من أولئك الفئران، وهذا مكنها من الفتك بالطيور والزواحف التي خلفتها فئران الباسفيك. وبذلك يمكن القول إن الفئران أنشأت «البيئة المكانية» الخاصة بها، والتي يبدو أن ذريتها ستكون في أفضل وضع لتهيمن عليها. ووفقا لزالاسيفيتش فإن أبناء وأحفاد فئران هذه الأيام ستنطلق لملء الشقوق التي أسهمت فئران المحيط الهادي والفئران النرويجية في إفراغها. كما تصور أن فئران المستقبل ستتطور في الشكل والحجم، بعضها «سيصبح أصغر من الزبابات» Shrews(*)، والبعض الآخر كبيرا مثل الفيل. وكتب: ربما نقحم بينها - من أجل الفضول وترك الباب مفتوحا - نوعا أو نوعين من قوارض عارية كبيرة، تعيش في الكهوف، وتنحت أدوات بدائية من الصخور، وتلبس جلد الثدييات الأخرى التي قتلتها وأكلتها[20].

في غضون ذلك، بغض النظر عما يخبئه المستقبل للفئران، فإن حادث الانقراض الذي تساعد هذه الفئران في إحداثه سيترك علامته المميزة. ومهما تحدثنا عن أهمية هذا الاكتشاف فإننا لن نعطيه حقه؛ فلو لم نتوصل إليه - واستمر استخدام المواد الكيميائية على نطاق واسع - لكان «ثقب» الأوزون الذي ينفتح كل ربيع فوق القارة القطبية الجنوبية، قد تمدد حتى أصبح محيطا

(*) حيوان صغير من آكلات الحشرات يشبه الفأر. [المحرر].

بكامل الأرض في الصخور كنقطة تحول، وسيخلف تغير المناخ الذي هو في حد ذاته من العوامل المسببة للانقراض آثارا جيولوجية مثلما سيفعل «الغبار النووي» nuclear fallout، وتحويل مجرى الأنهار، والزراعة الأحادية monoculture farming، وارتفاع حموضة المحيط.

ولكل هذه الأسباب، يعتقد زالاسيفيتش أننا دخلنا حقبة جديدة، ليس لها مثيل في تاريخ الأرض. وقال: «من الناحية الجيولوجية، نحن إزاء حدث جدير بالاهتمام».

وعلى مر السنين، اقتُرح عدد من الأسماء المختلفة للعصر الجديد الذي استهله البشر. فقد اقترح عالم البيولوجيا البارز والمختص في الحفاظ على البيئة مايكل سول Michael Soule أننا بدلا من حقبة الحياة الحديثة Cenozoic نعيش الآن في «عصر الكوارث» عصر الكاتاستروفوزويك Catastrophozoic. واقترح عالم الحشرات مايكل ساموِيز Michael Samways من جامعة ستيلنبوخ Stellenbosch، بجنوب أفريقيا، إطلاق اسم «هوموغينوسين» Homogenocene، أي «عصر التجانس». كما اقترح عالم الأحياء البحرية الكندي دانيال بولي Daniel Pauly «ميكسوسين» Myxocene، أي «العصر الطيني»، من الكلمة الإغريقية الطين slime. أما أندرو ريفكين Andrew Revkin الصحافي الأمريكي فقد تقدم بمصطلح أنتروسين Anthrocene، أي العصر البشري (وكل هذه المصطلحات يرجع الفضل فيها بطريقة غير مباشرة، على الأقل، إلى لايل الذي صاغ من قبل في ثلاثينيات القرن التاسع عشر الكلمات: «العصر الفجري» Eocene، و«العصر الثاني الأوسط» Miocene، و«العصر الحديث القريب» Pliocene).

وكلمة «أنثروبوسين» Anthropocene هي من اختراع بول كروتزين Paul Crutzen الكيميائي الهولندي الذي تقاسم جائزة نوبل لاكتشاف آثار المركبات المستنفدة للأوزون. ومهما تحدثنا عن أهمية هذا الاكتشاف فإننا لن نعطيه حقه؛ فلو لم يُتوصل إليه، واستمر استخدام المواد الكيميائية على نطاق واسع، لكان «ثقب الأوزون الذي ينفتح كل ربيع فوق القارة القطبية الجنوبية، قد تمدَّد حتى أصبح محيطا بكامل الأرض». يُقال إن أحد زملاء كروتزين من حاملي جائزة نوبل وصل إلى منزله قادما من المختبر ذات ليلة، وأخبر زوجته بأن «العمل يسير على ما يرام، لكن يبدو أننا نقترب من نهاية العالم».

قال لي كروتزين إن كلمة «أنثروبوسين» خطرت بباله وهو جالس في أحد الاجتماعات. أصر رئيس الاجتماع على الرجوع إلى كلمة هولوسين Holocene، أي العصر «الحديث كليا»، والذي بدأ عند ختام العصر الجليدي الأخير، من 11700 سنة ولايزال مستمرا - على الأقل رسميا - حتى هذا اليوم.

يتذكر كروتزين أنه قال من دون تفكير: «دعنا نتوقف. نحن لم نعد في عصر الهولوسين، بل نحن في عصر الإنسان Anthropocene» حسنا، ساد الهدوء في القاعة فترة. وفي فسحة تناول القهوة التالية كان مصطلح الأنثروبوسين هو الموضوع الرئيسي للحديث. جاء أحد الحاضرين إلى كروتزين مقترحا عليه تسجيل براءة اختراع بهذا المصطلح.

دوَّن كروتزين فكرته في مقال قصير نشر في مجلة نيتشر تحت عنوان «جيولوجيا الجنس البشري»، حيث قال فيه: «من المناسب إطلاق مصطلح الأنثروبوسين على العصر الجيولوجي الحاضر الذي يسيطر عليه البشر من نواح عديدة». ومن بين التغييرات التي أحدثها البشر على نطاق جيولوجي، أورد كروتزين ما يلي:

- النشاط البشري أدى إلى تغيير ما بين ثلث ونصف سطح اليابسة على الكوكب.
- معظم أنهار العالم الرئيسية إما أقيمت السدود عليها وإما حُولت.
- كمية النيتروجين التي تنتجها مصانع الأسمدة تفوق تلك التي ثُبِّتت طبيعيا بواسطة جميع الأنظمة البيئية الأرضية.
- مصايد الأسماك تقضي على أكثر من ثلث الإنتاج الأولي للمياه الساحلية في المحيطات.
- يستخدم البشر أكثر من نصف مياه الجريان السطحي العذبة والمتوافرة بسهولة.

والأهم من ذلك، قال كروتزين: إن الناس قد غيروا تركيب الغلاف الجوي.

وبسبب إحراق الوقود الأحفوري، والتخلص من الغابات، زاد تركيز ثاني أكسيد الكربون في الهواء بنسبة أربعين في المائة على مدى القرنين الأخيرين، بينما زاد تركيز الميثان إلى أكثر من الضعف، وهو من غازات الدفيئة التي لها مفعول أقوى. كتب كروتزين: «بسبب تلك الانبعاثات الأنثروبوجينية(*)[21] (الصناعية) من المحتمل أن

(*) مكونات بيئية تنتج من النشاط البشري. [المترجمان].

يتغير المناخ العالمي بشكل ملحوظ عن السلوك «الطبيعي لكثير من آلاف السنين القادمة».

نشر كورتزين مقال «جيولوجيا الجنس البشري» في العام 2002. وسرعان ما بدأ مصطلح «الأنثروبوسين» ينتقل إلى المجلات العلمية الأخرى.

كان عنوان المقال الذي نشر في العام 2003 في مجلة المعاملات الفلسفية للجمعية الملكية B هو «التحليل العالمي لأنظمة الأنهار: من مفاتيح التحكم بنظام الأرض إلى متلازمات عصر الإنسان».

وفي العام 2004 نُشر في «مجلة التربة والرواسب» Journal of Soils and Sediments مقال يحمل عنوان «التربة والرواسب في عصر الإنسان».

عندما صادف زالاسيفيتش هذا المصطلح أثار فضوله، ولاحظ أن معظم الذين كانوا يستخدمونه لم يكونوا متمرسين في علم طبقات الصخور، وتساءل: كيف كان شعور زملائه نحو ذلك. كان في ذلك الوقت رئيسا للجنة علم الطبقات في الجمعية الجيولوجية بلندن، وهي الجمعية التي ترأسها ذات مرة لايل ووليم هيويل وجون فيلبس. وعلى مأدبة غداء للمجتمعين سأل زالاسيفيتش رفاقه بالجمعية عن رأيهم في الأنثروبوسين. كان رأي واحد وعشرين من بين اثنين وعشرين أن بالمفهوم مزايا.

قررت المجموعة تفحص هذه الفكرة بوصفها مشكلة شكلية في الجيولوجيا. فهل يلبي مصطلح الأنثروبوسين المعايير المستخدمة لتسمية «حين جيولوجي جديد»؟ (بالنسبة إلى الجيولوجيين، الحين هو فرع من العصر، الذي هو بدوره جزء من الدهر الجيولوجي؛ فعلى سبيل المثال الهولوسين هو حينٌ من العصر الرباعي التابع لدهر السينوزويك (حقبة الحياة الحديثة)، والإجابة التي توصل إليها الأعضاء بعد فترة عام من الدراسة هي «نعم» بشكل قاطع، وأكدوا أن أنواع التغيرات التي عددها كروتزين من شأنها أن تخلف بصمة عالمية في مجال طبقات الصخور، ستبقى واضحة حتى بعد مليون سنة من الآن، وذلك بالطريقة نفسها التي خلف فيها العصر الأوردوفيكي «بصمة في علم الطبقات» لاتزال واضحة حتى يومنا هذا.

وفي بحث لخصوا من خلاله النتائج التي توصلوا إليها، أشار أعضاء المجموعة إلى أمور عديدة من بينها أن عصر الإنسان، أو الأنثروبوسين، ستميزه «إشارة الطبقات الحيوية» الفريدة من نوعها، وهي ناتجة عن حادث الانقراض الحالي

من جهة، وعن ميل البشر إلى إعادة توزيع الحياة من جهة أخرى، ثم أضافوا أن هذه الإشارة ستبقى محفورة بشكل دائم «عندما يحدث التطور في المستقبل على الأنواع التي تمكنت من البقاء (والتي أخضعها الإنسان لكثير من التنقل)» أو الفئران، كما يقول زالاسيفيتش[22].

في الوقت الذي زرت فيه اسكتلندا، كان زالاسيفيتش نقل الحجة المؤيدة للأنثروبوسين إلى المستوى التالي. اللجنة الدولية لعلم الطبقات (ICS) International Commission on Stratigraphy، هي المجموعة المسؤولة عن الحفاظ على الجدول الزمني الرسمي لتاريخ الأرض. ولجنة ICS هي التي تفتي في بعض القضايا مثل: متى بالضبط بدأ العصر الحديث الأقرب البلايستوسين Pleistocene؟ (فبعد كثير من المناقشات الساخنة، نقلت هذه اللجنة تاريخ بدء هذه الفترة إلى الوراء من 1.8 إلى 2.6 مليون سنة مضت). وقد أقنع زالاسيفيتش لجنة ICS أن تنظر رسميا في الاعتراف بالأنثروبوسين، وكان من المنطقي أن يُكلَّف هو بقيادة تلك الجهود. وكونه رئيسا لمجموعة عمل الأنثروبوسين، كان زالاسيفيتش يأمل أن يعرض الاقتراح للتصويت من قبل اللجنة كاملة في 2016. وفي حال نجح وتُبني الأنثروبوسين كفترة جديدة، فإن كل كتاب جيولوجيا مدرسي في العالم سيفقد صلاحيته.

6

البحر حولنا

باتيلا كيروليا
Patella caerulea

كاستلو أراغونيز Castello Aragonese، جزيرة صغيرة تطل من البحر التيراني Tyrrhenian Sea مباشرة مثل البرج، وتبعد عن نابولي غربا بنحو ثمانية عشر ميلا، ويمكن الوصول إليها من جزيرة إسكيا Ischia الأكبر، عبر جسر حجري طويل وضيق. وعند نهاية الجسر يوجد كشك حيث يمكن شراء تذكرة بعشرة يورو تسمح لك بالتسلق، أو حتى استخدام المصعد إلى القلعة الضخمة التي تعطي الجزيرة اسمها. يوجد بالقلعة متحف لأدوات التعذيب في العصور الوسطى، وكذلك فندق فاخر ومقهى في الهواء الطلق. ويفترض أن المقهى مكان جميل في ليالي الصيف لاحتساء شراب الكامباري وتأمل أهوال الماضي.

«لسوء الحظ أن أكبر نقطة تحول، والتى عندها يبدأ النظام البيئي في الانهيار، هي عندما يصل متوسط العدد الهيدروجيني إلى 7.8، وذلك ما نتوقعه بحلول العام 2100، وهذا أمر مقلق إلى حد ما»

ومثل كثير من الأماكن الصغيرة، تُعتبر جزيرة كاستلو أراغونيز نتاج قوة كبيرة جدا، خصوصا انجراف قارة أفريقيا شمالا، والذي يُقرِّب طرابلس الليبية إلى روما بمقدار نحو بوصة كل عام. وعلى طول مجموعة معقدة من الطيات، تضغط الصفيحة الأفريقية إلى داخل أوراسيا، بالطريقة نفسها التي تُقحَم فيها لوحة معدنية إلى داخل فرن، وأحيانا تنتج عن مثل هذه العملية انفجارات بركانية عنيفة (أدى أحد هذه الانفجارات في العام 1302 إلى لجوء كل سكان إسكيا إلى جزيرة كاستلو أراغونيز)؛ ففي الظروف الأكثر اعتيادية، يطلق البركان دفقات من الغاز على شكل فقاعات من منافذ في قاع البحر، وهذا الغاز يتكون في الواقع من 100 في المائة تقريبا من ثاني أكسيد الكربون.

غاز ثاني أكسيد الكربون له العديد من الصفات المثيرة للاهتمام، أحدها أنه يذوب في الماء ليشكل حمضا. أتيتُ إلى إسكيا في أواخر يناير، في وقت بعيد تماما عن موسم السياح، خصيصا للسباحة في خليجها الحمضي والمملوء بالفقاعات. ووعد اثنان من علماء الأحياء البحرية جايسون هول سبنسر Jason Hall – Spencer وماريا كريستينا بويا Maria Cristina Buia أن يأخذاني لرؤية المنافذ، شريطة أن يبتعد شبح حدوث العاصفة الممطرة المتوقعة. كان يوما غائما وشديد البرودة، وكنا في قارب صيد حُوِّل إلى زورق أبحاث. دُرنا حول جزيرة كاستلو أراغونيز، وأرسينا القارب على مسافة عشرين ياردة من جروفها الصخرية، لم أستطع رؤية المنافذ من القارب، ولكن تمكنت من رؤية علامات تدل عليها. تجري مجموعة من «البارناكيل» Barnacles(*) المائلة إلى البياض حول قاعدة الجزيرة كلها، ما عدا المناطق التي تعلو المنافذ، حيث لا يوجد أي أثر للبارناكيل.

قال هول سبنسر: «البارناكيل يستطيع التحمل بشكل كبير»، هول بريطاني، شعره أشقر داكن بعض الشيء، منكوش في كل الاتجاهات، كان يرتدي بدلة مضادة للماء، وهي نوع من بدلات الغوص، وهي مصممة لتحمي مرتديها من بلل الماء، وتجعله كأنه يستعد لرحلة في الفضاء. أما بويا فهي إيطالية شعرها بني يميل إلى الحُمرة ويتدلى على كتفيها، خلعت ملابسها الخارجية حتى أصبحت بملابس

(*) قشريات بحرية لها صدفة خارجية تلصق نفسها بصفة دائمة على الأسطح، وتغذي نفسها بترشيح الجسيمات من الماء باستخدام أرجلها المملوءة بالريش. [المترجمان].

السباحة، ثم ارتدت بدلة الغوص الخاصة بها بحركة تنم عن الخبرة. حاولت محاكاتها بارتداء حلة اقترضتها لهذه المناسبة، أيقنت أن الحلة لأنثى ترتدي مقاسا أصغر بنصف درجة، علمت ذلك وأنا أحاول إغلاق سوستة المايوه، وضعنا كلنا الأقنعة والزعانف وقفزنا في الماء.

الماء بارد، وكان هول سبنسر يحمل سكينا، حيث استخدمها لإبعاد بعض قنافذ البحر عن الصخرة الملتصقة بها، ثم أطلعني عليها، كان ظهرها أسود مثل الحبر، سبحنا على الشاطئ الجنوبي للجزيرة في اتجاه المنافذ. وبين حين وآخر كان سبنسر وبويا يتوقفان لجمع العينات (المرجان والحلزون وأعشاب البحر وبلح البحر) التي كانا يضعانها في أكياس شبكية يجرانها خلفهما في الماء. وعندما اقتربنا من المنافذ أكثر، بدأت أرى الفقاعات تتصاعد من قاع البحر مثل خرزات الزئبق. كانت تتموج تحتنا مجموعات من أعشاب البحر. كان لون أوراقها أخضر فاقعا بشكل غريب، وعلمت فيما بعد أن السبب في ذلك يعود إلى أن الكائنات الدقيقة التي تغطيها وتجعل لونها باهتا لم تكن موجودة، وكلنا اقتربنا من المنافذ، كان عدد العينات التي يجمعانها يقل. اختفت قنافذ البحر، وكذلك بلح البحر والبارناكيل. وجدت بويا بعض حلزونات البطليموس Limpets سيئة الحظ، وقد التصقت بالجرف. كانت أصدافها قد هزلت حتى أصبحت شفافة تقريبا، مرت بجانبنا أسراب من قناديل البحر لونها أفتح قليلا من لون الماء، وحذرني هول سبنسر «خذي حذرك... إنها تلدغ».

منذ بداية الثورة الصناعية، أحرق البشر من الوقود الأحفوري (الفحم والبترول والغاز الطبيعي) ما يكفي لإضافة نحو 365 مليار طن متري من الكربون إلى الغلاف الجوي، كما أدت إزالة الغابات إلى إضافة 180 مليار طن أخرى، وكل سنة نُرسل إلى الغلاف الجوي قرابة تسعة مليارات طن أخرى، وهي كمية تتزايد سنويا بنحو 6 في المائة. ونتيجة لكل ذلك، أصبح تركيز ثاني أكسيد الكربون في الهواء اليوم، وهو أكثر قليلا من 400 جزء في المليون، أعلى من أي مستوى بلغه خلال الـ 800 ألف سنة الماضية. ومن المحتمل تماما أن يكون أيضا أعلى مستوى وصل إليه على مدى عدة ملايين من السنوات السابقة، وفي حال استمر هذا الارتفاع وفق الوتيرة الحالية فسيفوق تركيز ثاني أكسيد الكربون 500 جزء في المليون

بحلول العام 2050، أي نحو ضعف المستويات التي كانت موجودة في الأيام السابقة على الثورة الصناعية. من المتوقع أن مثل هذه الزيادة سينتج عنها متوسط ارتفاع عالمي لدرجة الحرارة ما بين ثلاث درجات ونصف الدرجة إلى سبع درجات فهرنهايت، وهذا بدوره سيؤدي إلى مجموعة من الأحداث التي تغير العالم؛ بما في ذلك اختفاء معظم الأنهار الجليدية الباقية، وغمر الجزر المنخفضة والمدن الساحلية، وذوبان الغطاء الجليدي للقطب الشمالي، لكن هذا لا يشكل سوى نصف الرواية.

تغطي المحيطات 70 في المائة من سطح الأرض، وفي كل مكان عندما يتقابل الماء والهواء يحدث تبادل للغازات بينهما، يمتص المحيط الغاز من الغلاف الجوي، وتنطلق الغازات الذائبة في المحيط إلى الغلاف الجوي، وعندما يكون الاثنان في حالة اتزان تتساوى تقريبا الكميات الممتصة مع الكميات المنطلقة، وأي تغير يدخل على تركيبة الغلاف الجوي، كما فعلنا، سيؤدي إلى اختلال التبادل المذكور: أي أن كمية ثاني أكسيد الكربون التي تدخل في الماء ستكون أكبر من تلك التي تخرج منه، وبهذه الطريقة يضيف الإنسان باستمرار ثاني أكسيد الكربون إلى البحار، تماما مثلما تفعله المنافذ، غير أن ذلك يحدث من أعلى وليس من أسفل، ويحدث ذلك على مستوى عالمي، وستمتص المحيطات هذا العام فقط مليارين ونصف مليار طن من الكربون، ومن المتوقع أن تمتص العام المقبل مليارين ونصف مليار طن أخرى، وفي الواقع يضخ كل أمريكي كل يوم سبعة أرطال من الكربون في البحر.

وبفضل ثاني أكسيد الكربون الزائد هذا، انخفض العدد الهيدروجيني PH لمياه سطح المحيطات بالفعل من 8.2 إلى متوسط نحو 8.1. ومثل مقياس ريختر، فإن مقياس العدد الهيدروجيني لوغاريتمي، وعليه فإن هذا الاختلاف العددي البسيط يمثل تغيرا عالميا حقيقيا كبيرا جدا، فانخفاض بقيمة 0.1 يعني أن المحيطات الآن أكثر حموضة بنسبة 30 في المائة مقارنة بالعام 1800. وبافتراض أن الإنسان سيواصل حرق الوقود الأحفوري، ستواصل المحيطات امتصاص ثاني أكسيد الكربون، وستزداد الحموضة، وفي ظل ما يُعرف بسيناريو «بقاء الأمور على حالها»، فيما يتعلق بالانبعاثات، فإن العدد الهيدروجيني لسطح المحيط سينخفض إلى 8 بحلول

منتصف هذا القرن، كما سيهبط إلى 7.8 بنهاية هذا القرن. وعند تلك اللحظة، ستكون حموضة المحيطات أعلى بنسبة 150 في المائة، مقارنة بما كانت عليه عند بداية الثورة الصناعية(*).

وبسبب ثاني أكسيد الكربون المنبعث من المنافذ، فإن المياه حول كاستيلو أراغونيز توفر معاينة مسبقة وشبه مثالية لما ينتظر المحيطات بصورة عامة، وهذا هو السبب الذي جعلني أجدف حول الجزيرة في شهر يناير، حيث أكاد أفقد الإحساس بجسمي من شدة البرد، هنا يمكن للمرء أن يسبح - وحتى أن يغرق، كما خطر في بالي في لحظة ذعر - في بحار الغد من دون أن يُبارح الحاضر.

وعند عودتنا إلى الميناء في إسكيا، بدأت الرياح تهب، كان سطح القارب يعج بأسطوانات الهواء الفارغة، وبدلات الغوص التي تتساقط منها قطرات من الماء، والصناديق المملوءة بالعينات، وبمجرد تفريغ كل شيء كان لا بد من حملها عبر الشوارع الضيقة إلى المحطة البيولوجية البحرية المحلية التي تقع على نتوء صخري منحدر يطل على البحر.

أُسست المحطة بواسطة عالم طبيعي ألماني في القرن التاسع عشر يدعى أنطون دورن Anton Dohrn، لاحظت أنه عُلِّقت على الحائط في المدخل صورة خطاب



الشكل رقم (21): جزيرة كاستيلو أراغونيز

(*) مقياس ph يبدأ من صفر حتى أربعة عشر، وقيمة سبعة تعني أن الوسط متعادل، وأعلى من سبعة تعني أن الوسط قاعدي، وأقل من سبعة تعني أن الوسط حمضي، ومياه البحر قاعدية طبيعيا، وبهبوط PH يعني زيادة الحموضة. [المترجمان].

أرسله تشالز داروين إلى دورن في العام 1874، يعبر فيه داروين عن عدم رضاه عما سمعه من خلال صديق مشترك أن دورن يرهق نفسه في العمل.

وُضعت الحيوانات التي جمعها بويا وهول سبنسر من حول جزيرة كاستيلو أراغونيز في أحواض في مختبر موجود في سرداب، وقد بدت لعينيَّ غير المتمرستين - لأول وهلة - كأنها خاملة، حتى أني ظننتها ميتة، ولكن بعد فترة بدأت تحرك مجساتها وتبحث عن الطعام. كانت هناك سمكة نجم البحر فاقدة إحدى أرجلها، وكتلة من المرجان الطويل والنحيل، وبعض قنافذ البحر التي تتحرك داخل أحواضها مستخدمة عشرات من الأقدام الأنبوبية الشبيهة بالخيوط (وكل قدم أنبوبية يُتحَكم فيها هيدروليكيا، حيث تتمدد وتنكمش استجابة لضغط الماء). وهناك أيضا ما يُعرف بخيار البحر الذي يبلغ طوله ست بوصات، والذي للأسف يشبه سجق الدم، أو حتى الروث، وفي ذلك المختبر البارد يبدو التأثير المدمر للمنافذ جليا، هناك حلزون متوسطي شائع يُدعى «أوسيلينوس توربيناتوس» **Osilinus Turbinatus**، وله صدفة تتناوب فيها بقع بيضاء وسوداء مرتبة في نسق يشبه جلد الأفعى، لكن هذا النسق كان غائبا من الأوسيلينوس توربيناتوس الموجود في الحوض، كما كانت الطبقة الخارجية المثلمة لصدفته متآكلة، ما أدى إلى كشف الطبقة التحتية الملساء والبيضاء بالكامل. يشبه «البطلينوس باتيلا كيروليا» **Patella Caerulea** شكل قبعة القش الصينية، لكن العديد من أصداف الباتيلا كيروليا كان توجد بها جروح عميقة تمكن من خلالها رؤية أجسام أصحابها، وهي في لون قطعة العجين. كانت تبدو كأنها غُمست في حمض، وهي إن صح التعبير بالفعل تعرضت لذلك.

قال هول سبنسر: «لأنه أمر غاية في الأهمية، نبذل نحن البشر طاقة كبيرة لضمان ثبات العدد الهيدروجيني في دمائنا»، ثم رفع صوته ليتغلب على صوت جريان الماء، وأضاف: «لكن بعض تلك المخلوقات الأقل تطورا لا تتمتع بالسمات الفسيولوجية التي تمكنها من القيام بذلك، وعليها أن تتحمل ما يحدث حولها، وعليه فهي تتعرض لضغوط تفوق مقدرتها».

وفي وقت لاحق، يخبرني هول سبنسر، ونحن نتناول البيتزا، عن أول رحلة له إلى المنافذ، كان ذلك في صيف العام 2003، عندما كان يعمل على سفينة أبحاث إيطالية تدعى أورانيا Urania. في أحد الأيام الحارة، كانت أورانيا تمر بالقرب من

جزيرة إسكيا عندما قرر طاقم السفينة التوقف والذهاب للسباحة. اصطحب بعض العلماء الإيطاليين الذين كانوا على علم بالمنافذ هول سبنسر ليرى تلك المنافذ لمجرد اللهو، استمتع هول سبنسر بطرافة تلك التجربة؛ فالسباحة بين الفقاعات تشبه إلى حد ما الاستحمام في الشمبانيا، لكن بالإضافة إلى ذلك فقد جعله هذا الأمر يفكر.

في ذلك الوقت، كان علماء الأحياء البحرية قد بدأوا يدركون المخاطر التي تفرضها الحموضة، وقد أُجريت بعض الحسابات المقلقة، وأُجريت تجارب تمهيدية على الحيوانات التي رُبيت في المختبرات، وخطر على بال هول سبنسر أنه كان يمكن استخدام المنافذ لهذا النوع من الدراسة الجديدة والأكثر طموحا، وتشتمل هذه الدراسة ليس فقط على أنواع قليلة، تربى في أحواض، بل على العشرات من الأنواع التي تعيش وتتكاثر في بيئتها الطبيعية، أو - إن صح التعبير - في بيئتها على نحو طبيعي.

في جزيرة كاستيلو أراغوانيز كانت المنافذ سببا في تدرج العدد الهيدروجيني PH Gradient، فعلى الجانب الشرقي من الجزيرة لم تتأثر المياه كثيرا، ويمكن النظر إلى هذه المنطقة على أنها تشبه البحر المتوسط في هذه الأيام، وعند التحرك والاقتراب من المنافذ أكثر تزداد حموضة المياه، وتقل قيمة العدد الهيدروجيني، وخريطة الحياة على طول التدرج في العدد الهيدروجيني هذا قد تمثل - كما شرح هول سبنسر - ما ينتظر محيطات العالم في المستقبل، إنه مثل الحصول على مدخل لآلة الزمن تحت الماء.

انقضت سنتان قبل أن يتمكن هول سبنسر من العودة إلى إسكيا، فهو لم يستطع الحصول على تمويل لمشروعه، وكان من الصعب أن يجد أحدا يأخذ مشروعه مأخذ الجد، وحيث لم يكن في مقدوره العيش في حجرة في فندق، فقد نصب خيمة في نزل على المنحدرات، واستخدم عبوات الماء الفارغة في تجميع العينات، وقال لي: «كان ذلك يشبه ما قام به روبنسون كروزو».

وفي النهاية، استطاع إقناع عدد كاف من الناس، من بينهم بويا، بأنه مُقدِم على شيء ما، كانت أول مهمة عليهم القيام بها هي مسح مفصل لمستويات العدد الهيدروجيني حول الجزيرة، ثم أجروا إحصاء للكائنات التي تعيش في كل منطقة من مناطق العدد الهيدروجيني المختلفة. تضمن ذلك وضع إطارات معدنية على

طول الشاطئ، وتسجيل كل محارة وبارناكيل وبطلينوس ملتصقة على الصخور، كما تضمن قضاء ساعات طويلة جالسين تحت الماء لإحصاء السمك المار من أمامهم.

في المياه البعيدة تماما عن المنافذ، وجد هول سبنسر وزملاؤه مجموعة نموذجية تقريبا من الأنواع المتوسطية، وكان من بينها أغيلاس أوريوريديس Agelas Oroides، وهو إسفنج يشبه كثيرا الفوم (الرغوي) العازل، وساربا سالبا Sarpa Salpa، وهو سمك يؤكل على نطاق واسع، وفي بعض الأحيان يسبب الهلوسة، وأرباسيا ليكسولا Arbacia Lixula، وهو قنفذ بحري ذو لون يميل إلى الزهري، كما يعيش في المنطقة أمفيروا ريغيدا Amphiroa Rigida، وهو عشب بحري وردي اللون وشائك، وهاليمديا تونا Halimeda Tuna، وهو عشب بحري أخضر ينمو على شكل سلسلة من الأقراص المتصلة (كان الإحصاء مقصورا على المخلوقات الكبيرة إلى حد يجعل رؤيتها بالعين المجردة أمرا ممكنا)، وفي هذه المنطقة الخالية من المنافذ أُحصي تسعة وستون نوعا من الحيوانات، وواحد وخمسون نوعا من النباتات.

وعندما نصب هول سبنسر وأعضاء فريقه أجهزة القياس على مسافة أقرب إلى المنافذ، جاءت النتائج مختلفة تماما[1]، بالانوس بيرفوراتوس Balanus Perforatus هي بارناكيل رمادية تشبه بركانا صغيرا، وهي شائعة وتوجد بوفرة في المنطقة الممتدة من غرب أفريقيا حتى ويلز. وفي المناطق التي يصل فيها العدد الهيدروجيني إلى 7.8، والتي تماثل بحار المستقبل غير البعيد، اختفت البالانوس بيرفوراتوس، والميتيلوس غالوبروفينسياليس (بلح البحر المتوسط) Mytilus Galloprovincialis، وهو محار أزرق داكن يستوطن البحر المتوسط، ويتمتع بقدرة كبيرة على التكيف، وهذا يمكنه من الاستقرار في أجزاء كثيرة من العالم باعتباره نوعا غازيا، ولكنه هو الآخر كان أيضا غير موجود، كما غابت كذلك كورالينا إلونغاتا Corallina Elongata، وكورالينا أوفيسيناليس Corallina Officinalis، وكلتاهما شكل من أشكال أعشاب البحر الصلبة المائلة إلى الأحمر، وبوماتوسيروس تريكويتر Pomatoceros Triqueter، وهو نوع من الديدان الأنبوبية، وثلاثة أنواع من المرجان، وأنواع عديدة من الحلزون، وإيريا نوا Area Noae، وهو محار اسمه الشائع «سفينة نوح» Noah's Ark. من حيث المجموع ثلث الأنواع الموجودة في المنطقة الخالية من المنافذ لم يظهر لها أثر في المنطقة التي يبلغ العدد الهيدروجيني فيها 7.8.

وقال لي هول سبنسر، بأسلوبه البريطاني الذي يميل إلى التخفيف من هول الحقيقة: «لسوء الحظ، إن أكبر نقطة تحول والتي عندها يبدأ النظام البيئي في الانهيار هي عندما يصل متوسط العدد الهيدروجيني إلى 7.8، وذلك ما نتوقعه بحلول العام 2100، وهذا أمر مقلق إلى حد ما».

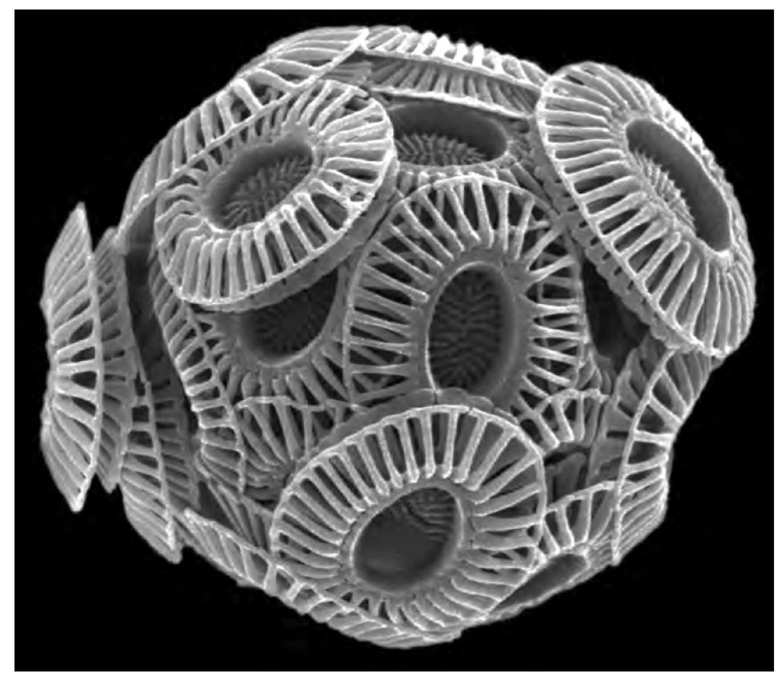
ومنذ أن نشر هول سبنسر بحثه الأول عن نظام المنافذ في العام 2008، أصبح هناك زخم من الاهتمام بزيادة الحموضة وتأثيرها. ومُولت مشروعات أبحاث دولية تحمل أسماء مثل «التأثيرات البيولوجية لتحمّض المحيطات» Biological Impacts of Ocean Acidification (BIOACID)K والمشروع الأوروبي عن تحمّض المحيطات» The European Project on Ocean Acidification (EPOCA)، وأُجريت مئات وربما آلاف التجارب، على متن السفن وفي المختبرات، وفي الحظائر التي تُعرف باسم «الحظائر البيئية الوسطية» Mesocosms التي تسمح بالتحكم في الظروف البيئية على بقعة من المحيط الحقيقي.

أكدت التجارب مرارا وتكرارا المخاطر التي يسببها ارتفاع ثاني أكسيد الكربون، فبينما ستتمتع بعض الأنواع بصحة جيدة، بل حتى أنها ستزدهر في محيط مرتفع الحموضة، فإن أنواعا كثيرة أخرى لن تتمكن من فعل ذلك. وبعض الكائنات التي ظهر أنها معرضة للأخطار مثل سمكة المهرج Clownfish(*)، والمحار الباسفيكي هي أنواع مألوفة في أحواض السمك وعلى موائد الطعام، وهناك أنواع أخرى أقل شهرة (أو مذاقا)، لكن من المحتمل أنها أكثر ضرورة للنظام البيئي البحري، على سبيل المثال الإيميليانيا الهكسلية Emiliania Huxleyi، وهي عبارة عن عوالق نباتية Phytoplankton وحيدة الخلية، وهي نوع من البذيرات الجيرية Coccolithophore التي تحيط نفسها بألواح كلسية صغيرة، وبعد تكبيرها تبدو أشبه بمشروع حرفي غريب الأطوار: فهي تشبه كرة قدم مغطاة بأزرار، وهي واسعة الانتشار لدرجة أنها في أوقات معينة من السنة تكون سببا في تغير لون البحار إلى لون اللبن الأبيض، وتشكل الأساس لكثير من سلاسل الغذاء البحرية، وهناك الليماسينا

(*) سمكة صغيرة بحرية استوائية بها خطوط رأسية تعيش بالقرب من شقائق النعمان، وتحمي نفسها من اللدغ بواسطة مخاط. [المترجمان].

الحلزونية Limacina Helicina، وهي نوع من جناحيات الأرجل Pteropod، أو «فراشة البحر» التي تشبه الحلزون المجنح، وتعيش في القطب الشمالي، وهي مصدر غذاء مهم لكثير من الحيوانات الأكبر حجما، بما في ذلك الرنجة والسلمون والحيتان، ويبدو أن كلا من هذين النوعين حساس بدرجة كبيرة للحموضة، وفي إحدى تجارب الحظائر البيئية الوسيطة Mesocosm اختفت الإيميليانيا الهكسلية تماما من الحظائر التي بها مستوى عالٍ من ثاني أكسيد الكربون[2].

أولف رايبيسيل Ulf Riebesell هو اختصاصي في علم أحياء المحيطات بمركز GEOMAR – Helmhotz لأبحاث المحيطات في مدينة كييل الألمانية، والذي أشرف على عدة دراسات رئيسية عن حموضة المحيطات قبالة سواحل النرويج وفنلندا وسفالبارد Svalbard(*)، وقد وجد رايبيسيل أن المجموعات التي تصبح في أفضل



الشكل رقم (22): الإيميليانيا الهكسلية وهي من البذيرات الجيرية

(*) مجموعة جزر في القطب الشمالي تبعد 900 ميل شمال النرويج. [المترجمان].

حالاتها عندما تكون في الماء الحمضي هي عوالق متناهية الدقة - قطرها أقل من ميكرونين – تكوِّن شبكة غذائها المجهري الخاص بها، ومع تزايد أعدادها تستهلك هذه العوالق الدقيقة Picoplankton، كما يطلق عليها، مزيدا من المغذيات، مما يسبب معاناة للكائنات الأكبر حجما.

أخبرني رايبيسيل: «إذا سألتني ما الذي سيحدث في المستقبل، أعتقد أن هناك أدلة قوية تؤكد أنه سيحدث تراجع في التنوع البيولوجي[3]. بعض الكائنات التي تتمتع بقدرة كبيرة على التحمل ستتزايد أعدادها، لكن التنوع بشكل عام سيختفي، وهذا ما حدث في كل المرات التي شهدت انقراضا جماعيا كبيرا».

يُشار في بعض الأحيان إلى تحمّض المحيط على أنه «توأم شرير مكافئ» للاحتباس الحراري، وهذه العبارة الساخرة متعمدة ومقبولة إلى حد ما، ولكنها قد لا تصلح على المدى البعيد، ليست هناك آلية واحدة لتفسير كل الانقراضات الجماعية المسجلة، غير أن التغير في كيمياء المحيطات يبدو أنه مؤشر جيد، وقد أدى تحمّض المحيطات دورا في اثنين على الأقل من الانقراضات الجماعية الخمسة (نهاية العصر البرمي ونهاية العصر الترياسي)، ومن المحتمل تماما أنها كانت عنصرا رئيسيا في انقراض جماعي ثالث (نهاية العصر الطباشيري)، وهناك أدلة قوية على تحمّض المحيطات في أثناء حادث انقراض يُعرف باسم «الانقلاب التوارسي» Toarcian Turnover، الذي حدث منذ 183 مليون سنة، في أوائل العصر الجوراسي، كما توجد أدلة مماثلة في نهاية العصر الباليوسيني منذ 55 مليون سنة؛ عندما تعرض كثير من أشكال الحياة البحرية لأزمة كبرى.

قال لي زالاسيفيتش في دوبزلين: «آه، تحمّض المحيطات. هذا من أخطر الأمور التي ننتظر حدوثها».

لماذا يعتبر تحمّض المحيطات خطيرا إلى هذه الدرجة؟ الإجابة عن السؤال صعبة، لأن قائمة الأسباب طويلة. واعتمادا على مدى قدرة الكائنات على تنظيم كيميائها الداخلية، فإن التحمّض قد يؤثر في بعض العمليات الأساسية، مثل الأيض ونشاط الإنزيمات ووظيفة البروتين، ولأنها ستؤثر في تركيبة المجتمعات الميكروبية فإن ذلك سيغير من إتاحة المغذيات الرئيسية، مثل الحديد والنيتروجين، ولأسباب مماثلة سيؤدي ذلك إلى تغيير كمية الضوء التي تمر عبر الماء، كما سيغير الطريقة

التي ينتشر بها الصوت لأسباب مختلفة بعض الشيء (عموما من المتوقع أن يؤدي التحمّض إلى جعل البحار أكثر ضجيجا). ويبدو - على الأرجح - أنه سيساعد على نمو الطحالب السامة، وسيؤثر في عملية التمثيل الضوئي - فكثير من أنواع النباتات مؤهلة للاستفادة من ارتفاع مستويات ثاني أكسيد الكربون - كما سيغير من تكوين المركبات المتشكلة بفعل المعادن الذائبة، وقد يكون ذلك ساما في بعض الحالات.

ومن بين العديد من الآثار الممكنة، وربما يكون أهمها، تلك التي تشمل مجموعة من المخلوقات يُطلق عليها الكائنات الكلسية Calcifiers (ينطبق مصطلح كائن كلسي على أي حيوان يبني صدفة أو هيكلا خارجيا، أو - في حالة النباتات - نوعا من السقالة الداخلية باستخدام كربونات الكالسيوم المعدنية). والكائنات الكلسية البحرية هي مجموعة متنوعة بشكل مذهل، فـ »شوكيات الجلد« Echinoderms، مثل »نجم البحر« و»قنفذ البحر«، هي كائنات كلسية، وكذلك الرخويات مثل الحلزون الصدفي والمحار، وكذلك البارناكيل التي هي من القشريات، وكثير من أنواع المرجان كائنات كلسية، فهي تستخدم الكلس لبناء تلك الهياكل الشاهقة التي تُصبح شعابا. وكثير من أنواع العشب البحري كائنات كلسية أيضا، وكثيرا ما نشعر عند لمسها بأنها قاسية وهشة. »الطحلبيات المرجانية« Coralline Algae – وهي كائنات دقيقة تنمو في مستعمرات تبدو مثل لطخة دهان زهري اللون – هي كائنات كلسية أيضا، وكذلك »عضديات الأرجل« Brachiopods و»البذيرات الجيرية« Coccolithophores و»المنخربات« Foraminifera والعديد من »جناحيات الأرجل« Pteropods... ومازال في القائمة كثير، وتُشير التقديرات إلى أن التكلُّس قد تطور على الأقل أربعا وعشرين مرة في أوقات منفصلة على مدار تاريخ الحياة، ويحتمل تماما أن يكون العدد أكبر من ذلك[4].

ومن منظور بشري، يبدو التكلُّس شبيها إلى حد ما بعمل البناء، وأيضا بـ «الخيمياء» Alchemy، ولكي تبني أصدافها أو هياكلها الخارجية أو صفائحها الكلسية، يجب على الكائنات الكلسية أن تدمج أيونات الكالسيوم +Ca2 مع أيونات الكربونات -Co32 لتكوِّن كربونات الكالسيوم CaCo3. لكن وفقا لنسب التركيز التي تُوجد بها في مياه البحر العادية، فإن أيونات الكالسيوم وأيونات الكربونات لن تتحد، لذلك يجب على الكائنات في موقع التكلُّس أن تُغير كيمياء الماء لتفرض الكيمياء الخاصة بها.

ويؤدي تحمّض المحيطات إلى زيادة تكلفة التكلُّس عبر تخفيض عدد أيونات الكربونات المتاحة بالدرجة الأولى. ولاستكمال تشبيه التكلُّس بعمل البناء، تخيل أنك تحاول أن تبني منزلا في حين يسرق شخص آخر الطوب باستمرار، وكلما زادت حموضة الماء زادت الطاقة المطلوبة لإكمال الخطوات الضرورية: وعند نقطة معينة تصبح المياه مسببة للتآكل بالتأكيد، وتبدأ كربونات الكالسيوم في الذوبان، وهذا هو السبب الذي أدى إلى تكوّن ثقوب في أصداف البطلينوس التي تتجول بالقرب من المنافذ في جزيرة كاستيلو أراغونيز.

أشارت التجارب المخبرية إلى أن الكائنات الكلسية ستتعرض لأشد أنواع الضرر في حال انخفض العدد الهيدروجيني للمحيطات، وتؤكد قائمة الكائنات التي اختفت من جزيرة كاستيلو أراغونيز هذا الأمر. وفي المنطقة التي وصل العدد الهيدروجيني فيها إلى 7.8 فإن ثلاثة أرباع الأنواع مفقودة من الكائنات الكلسية[5]، ومن بينها البرناكيل الموجود في كل مكان تقريبا، بالانوس بيرفوراتوس Balanus Perforatus، و«بلح البحر المتوسطي» Mytilus Galloprovincialis المعروف بقدرته على التحمل، و«الدودة الأنبوبية» بوماتوسيروس ترياكويتر Pomatoceros Triqueter، ومن بين الكائنات الكلسية الغائبة الأخرى هناك ليما ليما Lima Lima، وهي من ذوات الصمامين الشائعة، وجوجو بينوس سترياتوس Jujubinus Striatus، وهو حلزون بحري بلون الشوكولاتة، وسيربيرلوربيس أريناريوس Serpulorbis Arenarius، وهو رخوي معروف على أنه حلزون دودي، وفي تلك الأثناء اختفى تماما عشب البحر الكلسي.

ووفقا للجيولوجيين العاملين في المنطقة، فإن المنافذ في كاستيلو أراغونيز تقذف ثاني أكسيد الكربون منذ ما لا يقل عن عدة مئات من السنين، وربما أكثر من ذلك. وأي رخوي أو بارناكيل أو دودة أنبوبية يمكنها التكيّف مع انخفاض العدد الهيدروجيني على مدى عدة قرون، «ستكون قد فعلت ذلك بالتأكيد». وقال هول سبنسر: «لقد أمهلناها عدة أجيال متعاقبة كي تستمر في البقاء في مثل هذه الأجواء، ولكن ها هي قد اختفت من هناك».

وكلما انخفض العدد الهيدروجيني ازداد الوضع سوءا للكائنات الكلسية، وقد وجد هول سبنسر - على مقربة شديدة جدا من المنافذ، حيث تتصاعد فقاعات ثاني

أكسيد الكربون على شكل شرائط سميكة - أن الكائنات الكلسية قد اختفت تماما. وفي الواقع، كل ما يتبقى في تلك المنطقة التي تعادل قطعة أرض خالية تحت الماء قليل من أنواع الطحالب المحلية القوية، وبعض أنواع الطحالب الغازية، ونوع واحد من الجمبري والإسفنج، ونوعان من بزّاق البحر.

وأخبرني: «قصارى القول أنك لن تشاهد أي كائنات كلسية في المنطقة التي تتصاعد فيها الفقاعات، هل تعلمين كيف أنه من العادي في ميناء ملوث ألا يكون لديك سوى أعداد قليلة فقط من الأنواع الشبيهة بالعشب والقادرة على الصمود في ظروف شديدة التقلب؟ حسنا، مثل هذا يحدث عندما تكثفين ثاني أكسيد الكربون».

وتقريبا ثلث ثاني أكسيد الكربون الذي ضخه الإنسان في الهواء قد امتُص من قبل المحيطات. وقد يصل ذلك إلى رقم مذهل هو 150 مليار طن متري[6]. ولكن، كما هي حال عصر الإنسان (الأنثروبوسين) في معظم جوانبه، ليس فقط حجم الانتقال هو الذي يهم فقط، بل كذلك سرعة هذا الانتقال، قد يفيد إجراء مقارنة مع تناول الكحول (على الرغم من أنها ليست مقارنة مثالية)، تماما مثلما يحدث من اختلاف في كيمياء دمك إذا احتسيت ست عبوات من البيرة على مدى شهر، أو شربتها في فترة ساعة واحدة، فإن هناك فرقا كبيرا بالنسبة إلى الكيمياء البحرية بين إضافة ثاني أكسيد الكربون على مدى مليون سنة، وإضافته على مدى 100 سنة، فالسرعة مهمة بالنسبة إلى المحيطات كما هي الحال لكبد الإنسان.

فإذا أضفنا ثاني أكسيد الكربون إلى الهواء على نحو أبطأ، فإن العمليات الجيوفيزيائية، مثل أثر التجوية في الصخور يمكن أن تتدخل للتصدي لارتفاع الحموضة، لكن في الواقع تسير الأمور على نحو أسرع بكثير ما يجعل القوى بطيئة المفعول غير قادرة على مجاراتها. وكما علقت راشيل كارسون Rachel Carson ذات مرة، مشيرة إلى مشكلة مختلفة تماما، لكن في الوقت نفسه تشبهها - إلى حد كبير – بالقول: «الوقت عامل أساسي لكن في العالم الحديث ليس هناك وقت»[7].

وأخيرا، راجعت مجموعة من العلماء، بقيادة باربل هونيش Barbel Honisch من مرصد لامونت – دوروثي الأرضي التابع لجامعة كولومبيا أدلة تغير مستوى ثاني أكسيد الكربون في الماضي الجيولوجي، وتوصلت إلى أنه على الرغم من تسجيل

العديد من الحالات الشديدة لارتفاع حموضة المحيطات؛ فإنه «ليس هناك حدث في الماضي يماثل تماما ما يحدث اليوم، ويعود ذلك إلى الانبعاث السريع غير المسبوق لغاز ثاني أكسيد الكربون الذي يجري الآن. وقد اتضح أنه ليست هناك وسائل كثيرة لحقن الهواء بمليارات الأطنان من الكربون بسرعة كبيرة. وأفضل تفسير يمكن أن يتوصل إليه أي أحد بالنسبة إلى الانقراض الذي حدث في نهاية العصر البرمي هو حدوث موجة هائلة من الانفجارات البركانية فيما يُعرف الآن بسيبيريا، ولكن حتى هذا الحدث الهائل الذي أنشأ التشكيل الجيولوجي المعروف باسم مصاطب سيبيريا Siberian Traps[8]، ربما كانت كمية الكربون المنبعثة منه سنويا أقل من تلك التي تطلقها سياراتنا ومصانعنا ومحطات الطاقة لدينا».

وعبر إحراق رواسب الفحم والنفط، يُعيد البشر الكربون إلى الهواء، بعد أن ظل معزولا عنه عشرات - وفي معظم الأحوال مئات - الملايين من السنين، وفي هذه الحالة فإننا نستعرض التاريخ الجيولوجي، ليس فقط بطريقة عكسية، بل أيضا بسرعة هائلة.

«إن معدل انبعاث ثاني أكسيد الكربون هو الذي يجعل التجربة العظيمة الحالية استثنائية إلى حد كبير من الناحية الجيولوجية[9]، بل وربما غير مسبوقة في تاريخ الأرض». هذا ما قاله لي كمب Lee Kump عالم الجيولوجيا بجامعة ولاية بنسلفانيا، وأندي ريدغويل Andy Ridgwell مصمم نماذج المناخ من جامعة بريستول، في عدد خاص من مجلة «علم المحيطات» Oceanography، كان مخصصا لموضوع ارتفاع الحموضة، ثم أضافا أنه في حال استمر الأمر على هذا النهج فترة أطول فإنه «سيؤدي على الأرجح إلى إفراز تركة عن عصر الإنسان (الأنثروبوسين) بوصفه العصر الذي شهد أحد أبرز الأحداث، إن لم يكن أكثرها كارثية، في تاريخ كوكبنا».

7

إسقاط الحمض

أكروبورا ميلوبورا
Arcopora millepora

على بعد نصف العالم من جزيرة كاستيلو أراغونيز تقع جزيرة الشجرة الواحدة One Tree Island على أقصى الجانب الجنوبي للحاجز المرجاني الكبير، على بعد نحو خمسين ميلا من ساحل أستراليا. توجد فيها أكثر من شجرة، الأمر الذي أدهشني عندما وصلت إلى هناك، حيث كنت أتوقع - بشكل هزلي ربما - أن أشاهد شجرة نخيل واحدة تنتصب في تلك الرمال البيضاء. لكن اتضح أنه لم يكن هناك أي رمال كذلك؛ فالجزيرة كلها تتكون من قطع من أنقاض المرجان، تتفاوت في الحجم من قطع رخام صغيرة إلى صخور ضخمة. ومثل المرجان الحي الذي كانت ذات مرة

«كانت العبارة التي لخَّصوا بها زيارتهم الأولى، وهي «إسقاط الحمض على المرجان»، مصحوبة برسم أولي ساخر لمحقنة يقطر منها سائل يشبه الدم على الكرة الأرضية»

جزءا منه، تتخذ قطع الحطام عشرات الأشكال. بعضها سميك له شكل الإصبع، وبعضها متفرع مثل الشمعدان، وبعضها الآخر يشبه قرن الوعل، أو أطباق الطعام، أو أجزاء صغيرة من المخ.

ويعتقد أن جزيرة الشجرة الواحدة قد تكونت في أثناء عاصفة شديدة القسوة، حدثت منذ نحو أربعة آلاف سنة (وكما وصف الأمر لي أحد الجيولوجيين الذي درس المنطقة، حيث قال «لا أظن أنكِ كنتِ تريدين أن تكوني هنا عندما حدث ذلك»). ومازالت الجزيرة تمر بعملية تغير في شكلها، فقد مرت عليها عاصفة في مارس 2009 «إعصار هاميش» Cyclone Hamish، ما أدى إلى تشكل أخدود على طول الشاطئ الشرقي للجزيرة.

ويمكن اعتبار جزيرة الشجرة الواحدة مهجورة إلا من محطة أبحاث صغيرة جدا تتبع جامعة سيدني. سافرت إلى الجزيرة، مثلما يفعل الجميع تقريبا، عن طريق جزيرة أخرى أكبر منها قليلا، وتبعد عنها اثني عشر ميلا (وتعرف تلك الجزيرة بجزيرة البلشون (مالك الحزين) Heron Island، وهذا أيضا خطأ في التسمية؛ حيث لا يوجد فيها أي بلشون). وعندما رسونا، أو في الواقع سحبونا إلى الشاطئ - حيث لا يوجد مرسى بجزيرة الشجرة الواحدة - كانت هناك سلحفاة ضخمة الرأس loggerhead turtle ترفع نفسها للخروج من الماء إلى الشاطئ. كان طولها نحو أربع أقدام، وكان يوجد انتفاخ كبير على صدفتها التي كانت مغطاة بمحارات بارناكيل تبدو قديمة. تنتقل الأخبار بسرعة على جزيرة شبه مهجورة؛ فسرعان ما تجمع كل سكان جزيرة الشجرة الواحدة - اثنا عشر فردا بمن فيهم أنا - جاءوا ليراقبوا تلك السلحفاة. عادة تضع السلحفاة البحرية بيضها ليلا، وعلى الشواطئ الرملية، لكن حدث هذا في منتصف النهار، وعلى الحطام المرجاني المتعرج. حاولت السلحفاة عمل حفرة بزعانفها الخلفية، وبعد جهد كبير استطاعت تكوين حوض ضحل. في هذه اللحظة كانت إحدى زعانفها تنزف. رفعت جسدها قليلا على الشاطئ وحاولت ثانية، لكن بلا جدوى. وبعد ساعة ونصف الساعة كانت لاتزال تفعل الشيء نفسه، حيث كان في ذلك الوقت عليَّ أن أذهب لأستمع إلى محاضرة عن السلامة يلقيها مدير محطة الأبحاث راسل غراهام. حذرني من السباحة عندما تكون المياه في حالة جزر؛ حيث

إنني قد أجد نفسي «مسحوبة إلى فيغي» (تكرر هذا الكلام على مسامعي عدة مرات في أثناء مكوثي هناك، على الرغم من أنه كان هناك خلاف بشأن ما إذا كان التيار متجها نحو فيغي أو مبتعدا عنها). وبعد أن سمعت هذه النصيحة ونصائح أخرى - مثل نصيحة أن عضة الأخطبوط ذي الحلقات الزرقاء تكون مميتة عادة، أما لدغة سمك الحجر فليست مميتة، لكنها مؤلمة جدا لدرجة تجعلك تتمنى أن تكون كذلك - عدت ثانية لأرى ماذا فعلت السلحفاة. يبدو أنها يئست وعادت ثانية إلى البحر.

وتفتقر محطة أبحاث جزيرة الشجرة الواحدة إلى التجهيزات الضرورية؛ فهي تتكون من مختبرين مؤقتين وكوخين ومبنى خارجي يحتوي على مرحاض مجهز لتحويل الفضلات إلى سماد. يقع الكوخان على الحطام مباشرة، حيث إن القسم الأكبر من أرضيتهما غير مرصوف، مما يجعل شعورك وأنت بالداخل كأنك في الخارج. تتوافد فرق العلماء من كل أنحاء العالم إلى هذه المحطة، حيث يحجزون ليمكثوا فيها بضعة أسابيع، أو بضعة شهور. وفي لحظة معينة يبدو أن شخصا ما قرر أنه يجب على كل فريق أن يترك سجلا عن زيارته على جدران الكوخ، وتقول إحدى الكتابات التي نقشت بالقلم العريض، وصولا إلى القلب



الشكل رقم (23): جزيرة الشجرة الواحدة وشعابها المحيطة بها كما ترى من الجو

في 2004. وكتابات أخرى تتضمن:

فريق السلطعون: المخالب لها هدف – 2005

الجنس المرجاني – 2008

فريق الإضاءة الفلورية – 2009

عندما وصلت إلى الجزيرة كان الفريق الأمريكي - الإسرائيلي مقيما فيها، وكان قد سبق له أن قام برحلتين إليها.

وكانت العبارة التي لخَّصوا بها زيارتهم الأولى، وهي «إسقاط الحمض على المرجان»، مصحوبة برسم أولي لمحقنة يقطر منها سائل يشبه الدم على الكرة الأرضية. أما الرسالة الأخيرة للمجموعة فكانت تشير إلى موقع دراستها، وهي بقعة من المرجان تعرف بالرمز DK-13، وتُوجد هذه البقعة على شعبة مرجانية بعيدة عن المحطة بشكل يجعل الاتصال بها صعبا، كأنها على سطح القمر.

وتقول العبارة المدونة على الحائط: مرجان DK-13: لا يستطيع أحد سماعك تصرخ.

أول أوروبي صادف الحيد المرجاني العظيم كان الكابتن جيمس كوك James Cook. في ربيع 1770 كان كوك يبحر على طول الساحل الشرقي الأسترالي، عندما اصطدمت سفينته إنديفر Endeavour بجزء من ذلك الحيد على بعد ثلاثين ميلا جنوب شرق ما يعرف الآن، وليس مصادفة، بكوك تاون Cooktown. ألقى كوك من على ظهر السفينة بكل شيء غير ضروري إلى البحر، بما في ذلك المدفع. وتمكنت إنديفر من الوصول بصعوبة إلى الشاطئ، حيث قضى البحارة شهرين في إصلاح هيكل السفينة. كان كوك مذهولا بما وصفه «حائط من الصخر المرجاني يرتفع بشكل عمودي تقريبا من ذلك المحيط، الذي لا تسبر أغواره»[1]. كان يعلم أن الحيد ذو أصل بيولوجي، وأنه «تشكل في البحر بواسطة حيوانات». لكن تساءل فيما بعد: كيف تنامى حتى «أصبح بهذا الارتفاع؟».

وبعد ستين عاما كان السؤال عن كيف ارتفعت الشعاب المرجانية لايزال غير محسوم إلى أن جاء لايل وألف كتاب «المبادئ»[2]. وعلى الرغم من أن لايل لم ير الشعاب قط فإنه كان مفتونا بها، وكرس جزءا من المجلد الثاني للتكهن بأصلها. كانت نظرية لايل - أن الشعاب نمت على حواف براكين خامدة تحت الماء - مستقاة

بشكل شبه كامل من عالم طبيعي روسي يدعى جوهان فردريك فون إيشولتز Johann Friedrich von Eschscholtz[3]، (قبل أن تصبح جزيرة بكيني المرجانية Bikini Atoll بهذا الاسم، كانت تحمل اسما أقل جاذبية - إلى حد ما - وهو جزيرة إيشولتز المرجانية Eschscholtz Atoll.

وعندما جاء دور داروين لينظِّر بشأن الشعاب، كانت لديه ميزة أنه قد زار فعليا البعض منها. في نوفمبر 1835 رست سفينة بيغل بالقرب من تاهيتي. وتسلق داروين أعلى النقاط في الجزيرة، ومن هناك تمكن من مسح جزيرة موريا Moorea المجاورة. ولاحظ داروين أن الحيد المرجاني كان يحيط بجزيرة موريا، كما تحيط حاشية الإطار باللوحة المنقوشة.

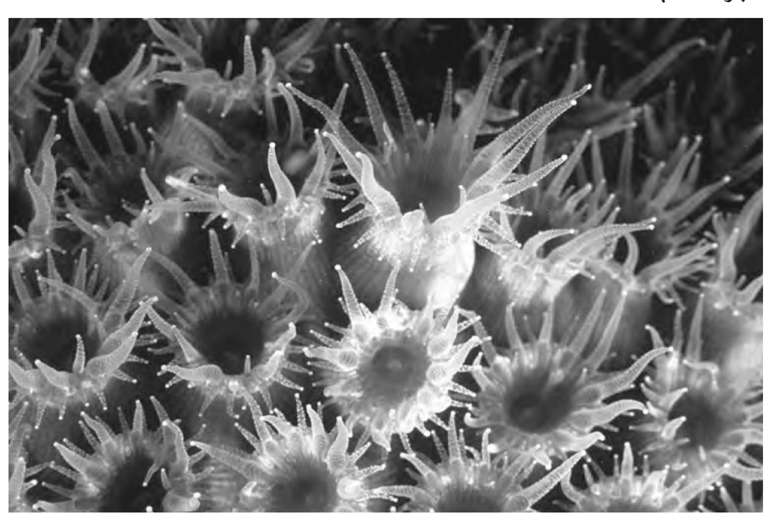
وكتب داروين في مذكراته: «لقد سررت بزيارتنا إلى هذه الجزر»، حيث إن الشعاب المرجانية «تحتل مكانة عالية بين عجائب العالم». وعندما ألقى نظرة على موريا والحيد المرجاني المحيط بها، تصور الزمن يجري إلى الأمام؛ ففي حال غرقت جزيرة موريا سيتحول الحيد المرجاني فيها إلى جزيرة مرجانية. وعندما عاد داروين إلى لندن، وأخبر لايل عن نظريته المتعلقة بالانخساف، تنبأ لايل بأنها ستُقابَل بالرفض، علما أنه كان معجبا بها. وحذره قائلا: «إياك أن توهم نفسك بأنك ستُصدَّق قبل أن تصبح أصلع مثلي».

وفي الواقع، استمر الجدل بشأن نظرية داروين التي يتمحور حولها كتابه الصادر في العام 1842، والذي يحمل عنوان «بنية الشعاب المرجانية وتوزيعها» The Structure and Distribution of Coral Reefs حتى خمسينيات القرن العشرين، عندما وصلت البحرية الأمريكية إلى جزر مارشال، وفي جعبتها خطط لتبخير بعض منها. واستعدادا لتجارب القنبلة الهيدروجينية، حفر جنود البحرية سلسلة من التجاويف على جزيرة مرجانية تدعى إنويتاك Enewetak. وكما قال أحد كتَّاب السيرة الذاتية لداروين، فقد أثبتت هذه التجاويف أن نظريته، في خطوطها العريضة على الأقل «كانت صحيحة بشكل مذهل»[4].

ومازال وصف داروين للشعاب المرجانية بأنها من «بين عجائب العالم» قائما. ومن المؤكد أنه كلما زادت المعرفة عن الشعاب فإنها تبدو أكثر روعة. فهذه الشعاب تنطوي على مفارقات عضوية، فهي عبارة عن متاريس صلبة ومدمرة للسفن، مع

أنها بُنيت عن طريق مخلوقات هلامية بالغة الصغر. وهي في جزء منها حيوان، وفي جزء نبات، وفي جزء آخر جماد. ولذلك فإنها في الوقت الذي تعتبر فيه نابضة بالحياة، ينظر إليها أيضا من معظم النواحي على أنها ميتة.

وعلى طريقة قنفذ البحر والسمك النجم والحلزون الصدفي والمحار والبارناكيل، فقد أتقن المرجان الباني للشعاب خيمياء التكلس. وما يميزه عن الكائنات الكلسية الأخرى هو أنه بدلا من أن يعمل منفردا لينتج صدفة، مثلا، أو بعض الألواح الكلسية، ينخرط المرجان في مشاريع بناء جماعية هائلة تمتد عبر الجبال. وكل فرد من أفراد المرجان يحمل ذلك الاسم غير الجذاب، وهو المُرَجَّل polyp، يسهم في بناء الهيكل الخارجي الجماعي لمملكته. وفي الحيد المرجاني الواحد هناك مليارات المُرَجَّلات التي تنتمي إلى قرابة مائة نوع مختلف، وجميعها نذرت نفسها لأداء المهمة الأساسية ذاتها. وفي حال منحت هذه المرجلات الوقت الكافي، وهُيئت لها الظروف المناسبة، فإنها ستنتج مفارقة أخرى تتمثل في البناء الحي. يمتد الحيد المرجاني العظيم من دون انقطاع أكثر من ألف وخمسمائة ميل، وفي بعض الأماكن يصل سمكه إلى خمسمائة قدم. وقياسا بالشعاب المرجانية تصبح أهرامات الجيزة مجرد مكعبات للأطفال.



الشكل رقم (24): مُرجَّلات مرجانية

ويمكن تشبيه الطريقة التي يغير بها المرجان العالم - بمشاريع بناء ضخمة تمتد لعدة أجيال - بالطريقة التي يغير بها البشر العالم، مع هذا الفارق المهم؛ فبدلا من تهجيره المخلوقات الأخرى، فإن المرجان يدعم وجودها. لقد تطورت آلاف - وربما ملايين – الأنواع، وأصبحت تعتمد على الشعاب المرجانية، إما مباشرة للحماية، وإما للحصول على الغذاء، وإما - بطريقة غير مباشرة - لافتراس تلك الأنواع التي تأتي بحثا عن الحماية أو الغذاء. ولايزال هذا المشروع التطوري المشترك مستمرا منذ عدة فترات جيولوجية. ويعتقد الجيولوجيون الآن أنه لن يستمر إلى ما بعد الأنثروبوسين. وقد تحدث عن هذا الأمر ثلاثة من العلماء البريطانيين، حيث قالوا: «من المحتمل أن تصبح الشعاب المرجانية أول نظام بيئي رئيسي ينقرض بيئيا في العصر الحديث»[5]. بعض المراقبين يمنحونها مهلة حتى نهاية هذا القرن، وبعضهم الآخر يعطيها وقتا أقل من ذلك. وقد تنبأ أوف هويغ جولد بيرغ Ove Hoegh-Guldberg المدير السابق لمحطة بحوث جزيرة الشجرة الواحدة، في بحث منشور بمجلة نيتشر Nature، أنه إذا استمرت الأمور كما هي حاليا، فإن زوار الحيد المرجاني العظيم سيصلون إليه في سنة 2050 تقريبا ليجدوا أنه أصبح عبارة عن ضفاف مملوءة بالحطام الذي يتآكل بسرعة[6].

جئت إلى جزيرة الشجرة الواحدة عن طريق المصادفة تقريبا. كانت خطتي الأصلية أن أمكث في جزيرة البلشون (مالك الحزين)، حيث يوجد مركز أبحاث أكبر بكثير، وكذلك منتجع جميل. على جزيرة البلشون كنت سأراقب عملية التكاثر السنوية للمرجان، وأشاهد ما وُصِف لي - عن طريق العديد من المحادثات التي أجريتها عبر سكايب - على أنه تجربة مهمة عن حموضة المحيط. كان الباحثون من الجامعة كوينزلاند يشيِّدون أحواض تربية متوسطة من الزجاج العضوي الذي سيسمح لهم بالتحكم في مستويات ثاني أكسيد الكربون على بقعة من الحيد المرجاني، وذلك في الوقت الذي يُسمح فيه للمخلوقات المختلفة التي تعتمد على الحيد بأن تدخل إلى الأحواض وتخرج منها. وبتغيير العدد الهيدروجيني داخل الأحواض، وقياس ما حدث للمرجان، كان في استطاعتهم أن يتوصلوا إلى تنبؤات عن الحيد ككل. وصلتُ إلى جزيرة البلشون لأرى التكاثر - سأتحدث أكثر عن هذا الأمر لاحقا - لكن التجربة متأخرة كثيرا عن موعدها. في حين أن الأحواض لم تكن قد

جُمِّعت بعد، وبدلا من رؤية شعاب المستقبل، رأيت مجموعة من طلاب الدراسات العليا القلقين وهم يجثون على ركبهم، ويلحمون الحديد في المختبر.

وبينما كنت أفكر في الخطوة التالية، سمعت عن تجربة أخرى عن المرجان، وعن حموضة المحيط، تُجرى في جزيرة الشجرة الواحدة التي كانت بمقياس الحيد المرجاني العظيم، تقع على بعد مسافة قصيرة. وبعد ثلاثة أيام - حيث لا توجد وسائل نقل منتظمة إلى الجزيرة - استطعت تدبير قارب.

كان رئيس الفريق في جزيرة الشجرة الواحدة عالم الغلاف الجوي كين كالديرا Ken Caldeira. كان مقر كالديرا الأصلي جامعة ستانفورد، ويعود إليه الفضل - على الأغلب - في ابتكار مصطلح «تحمُّض المحيط». أصبح مهتما بالموضوع في أواخر تسعينيات القرن العشرين، عندما كُلِّف بمشروع لمصلحة وزارة الطاقة. كانت الوزارة تريد أن تعرف توابع ما يحدث إذا جُمع ثاني أكسيد الكربون من المداخن وحُقِن في أعماق البحر. عند تلك اللحظة لم يكن قد تم عمل أي نماذج عن آثار انبعاثات الكربون في المحيط. شرع كالديرا في حساب كيف سيتغير العدد الهيدروجيني للمحيط نتيجة حقن أعماق البحر بالكربون، ومقارنة ذلك بنتائج الممارسة الحالية لضخ ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي، ثم تركه حتى يُمتَص بواسطة مياه السطح. قدم كالديرا نتائجه إلى مجلة نيتشر في 2003. ونصحه محررو المجلة بأن يتوقف عن مناقشة حقن أعماق المحيط بالكربون؛ لأن الحسابات المتعلقة بآثار الانبعاثات الاعتيادية لثاني أكسيد الكربون إلى الغلاف الجوي كانت مرعبة للغاية. ونشر كالديرا الجزء الأول من بحثه تحت العنوان الفرعي «قد تشهد القرون المقبلة تحمضا للمحيط يفوق ما حدث خلال الـ 300 مليون سنة الماضية»[7].

بعد بضع ساعات من وصولي إلى جزيرة الشجرة الواحدة أخبرني كالديرا: «إذا استمرت الأمور على حالها فإن الوضع مع حلول منتصف القرن لا يبدو أنه يدعو إلى التفاؤل». كنا جالسين حول طاولة متهالكة ننظر إلى تلك الزرقة الكئيبة لبحر المرجان، كانت هناك أسراب ضخمة وصاخبة من طيور خطاف البحر تصرخ في الخلفية. توقف كالديرا ثم أضاف: «أعني أن الوضع لا يدعو إلى التفاؤل من الآن».

كالديرا في منتصف الخمسينيات، شعره بني مجعد، وابتسامته صبيانية، وصوته

يميل إلى الارتفاع عند نهاية الجُمل، كأنه كان يطرح سؤالا وإن لم يكن كذلك. وقبل انخراطه في العمل البحثي عمل مطورَ برامج في وول ستريت. كان أحد عملائه بورصة نيويورك للأوراق المالية، والتي صمم لها برنامج كمبيوتر لكشف المضاربات التي تحدث من الداخل. وقد أدى ذلك البرنامج عمله كما ينبغي، لكن بعد فترة بدأ كالديرا يعتقد أن بورصة نيويورك غير مهتمة في الواقع بضبط المضاربين من الداخل، وقرر تغيير حرفته.

وخلافا لمعظم علماء الغلاف الجوي الذين يركزون على جانب واحد من النظام، كان كالديرا، في أي لحظة معينة، يعمل على أربعة أو خمسة مشاريع مختلفة؛ فهو مولع خصيصا بالعمليات الحسابية ذات الطبيعة المثيرة للجدل، أو الغريبة على سبيل المثال، توصل ذات مرة إلى أن إزالة كل غابات العالم، واستبدال بها أراض مغطاة بالعشب من شأنه أن يؤدي إلى انخفاض بسيط في درجة الحرارة (الأراضي المغطاة بالنجيل أخف لونا من الغابات، وتمتص كمية أقل من ضوء الشمس). وأظهرت حسابات أخرى له أنه لمجاراة المعدل الحالي للتغيير في درجات الحرارة يتعين على النباتات والحيوانات أن تهاجر نحو أي من القطبين بمعدل ثلاثين قدما في اليوم، وأن جزيئا واحدا من ثاني أكسيد الكربون، الذي وُلِّد عبر إحراق الوقود الأحفوري، سيؤدي إلى احتباس كمية من الحرارة تعادل مائة ألف ضعف الكمية المنبعثة في أثناء إنتاجه.

كانت حياة كالديرا وفريقه في جزيرة الشجرة الواحدة تتمحور حول المد والجزر. كان على أحد أفراد الفريق أن يجمع عينات من الموقع DK-13 قبل ساعة من حلول أول حركة جزر في اليوم ثم بعد ساعة من حلولها (وسمي الموقع بهذا الاسم نسبة للباحث الأسترالي الذي أقام الموقع دونالد كينزي Donald Kinsey، وأسماه بأول حرفين من اسمه). وبعد اثنتي عشرة ساعة بقليل تعاد العملية وهكذا من حركة جزر إلى أخرى. كانت هذه التجربة تنطوي على تقنية بطيئة وليس على التقنية العالية، وكانت الفكرة تتمثل في قياس الخواص المتنوعة للماء التي كان كينزي قد قاسها من قبل خلال سبعينيات القرن العشرين، ثم مقارنة مجموعتي البيانات ومحاولة استخلاص كيف تغيرت معدلات التكلس في الشعاب خلال العقود الفاصلة بين الفترتين. وأثناء النهار كان يمكن أن يقدم شخص واحد على الذهاب

إلى موقع DK-13. أما عندما يحل الظلام، ونزولا عند حقيقة أنه «لن يسمعك أحد تصيح»، كانت القاعدة تقتضي أن يضطلع اثنان بالعملية.

حدث الجَزر في أول ليلة وصلت فيها إلى جزيرة الشجرة الواحدة عند الساعة 08:53 مساء، وكان كالدييرا هو الذي سيذهب إلى الموقع بعد الجزر؛ فتطوعت للذهاب معه. وعند الساعة التاسعة أخذنا معنا نصف دستة من الزجاجات لجمع العينات ومصباحين وجهاز محمول لتحديد المواقع ثم انطلقنا.

كان موقع DK-13 يبعد عن محطة البحوث قرابة ميل سيرا على الأقدام، وكان الطريق الذي تولى شخص ما برمجته ضمن جهاز تحديد المواقع يمر بالطرف الجنوبي من الجزيرة، ثم فوق ساحة زلقة من الحطام كانت تعرف باسم «طريق الطحالب السريع»، ومن هناك كان الطريق ينعطف نحو الحيد المرجاني نفسه.

وحيث إن المرجان يحب الضوء لكنه لا يستطيع الصمود إذا تعرض للهواء مدة طويلة، فهو يميل إلى النمو حتى مستوى الماء عند الجزر، ثم ينتشر بشكل جانبي. وهذا يؤدي إلى نشوء حيد مرجاني ممتد على نحو منبسط إلى حد ما، مثل سلسلة من الطاولات، حيث يمكن عبوره كما يفعل الطفل في نهاية اليوم الدراسي عندما يقفز من منضدة إلى أخرى. كان سطح الحيد المنبسط لجزيرة الشجرة الواحدة هشا، ويميل إلى اللون البني، ويعرف في محطة البحوث بـ «قشرة الفطيرة». وكانت تحدث فرقعة مثيرة للشؤم تحت القدمين. وحذرني كالدييرا من أنني إذا سقطت بين الشقوق، فإن ذلك سيلحق ضررا بالحيد المرجاني، وضررا أكبر بساقيّ. وتذكرت رسالة أخرى رأيتها مثبتة على جدار محطة البحوث: «لا تثق بقشرة الفطيرة».

كان الليل يبعث على الهدوء، كما كان حالك الظلام باستثناء الأضواء المنبعثة من مصابيحنا. وحتى في الظلام كانت الحيوية غير العادية للحيد المرجاني واضحة. وصادفنا في أثناء سيرنا العديد من السلاحف ضخمة الرأس التي تنتظر نهاية الجزر، وكانت تبدو عليها تعبيرات الملل. كما صادفنا سمك النجم ناصع الزرقة، وأسماك القرش النمر التي كانت محجوزة في بركة ضحلة، ومجموعة أخطبوطات وردية اللون كانت تبذل كل ما في وسعها لتندمج مع الحيد المرجاني. وبعد كل بضع أقدام، كان علينا أن نخطو فوق حلزون صدفي عملاق بأقدامنا، والذي بدا كأنه ينظر شذرا بشفتين مصبوغتين بألوان مبهرجة (كان الغطاء الخارجي للحلزون الصدفي العملاق

تتراكم عليه طحالب تكافلية متنوعة الألوان. وكانت الفواصل الرملية الموجودة بين الكتل المرجانية مملوءة بخيار البحر، الذي على الرغم من اسمه، تجمعه علاقة قرابة وثيقة جدا مع قنفذ البحر. وخيار البحر الموجود على الحيد المرجاني العظيم ليس بحجم الخيار العادي، بل هو بحجم الوسائد الأسطوانية. وبدافع من الفضول، قررت التقاط أحدها. كان طولها نحو قدمين، سوداء في لون الحبر، وملمسها كمخمل مغطى بمادة لعابية لزجة.

وبعد بضع انعطافات خاطئة، وعدد من التوقفات الناجمة عن محاولات كالديبرا التقاط صور للأخطبوطات بآلة تصوير مقاومة للماء، وصلنا إلى DK-13. لم يكن يوجد في ذلك الموقع سوى عوامة إنقاذ صفراء وبعض أجهزة الاستشعار المثبتة في الحيد المرجاني بواسطة حبل. ألقيت نظرة إلى الخلف في الاتجاه الذي اعتقدت أن الجزيرة تقع فيه، لكن لم تكن هناك جزيرة، أو أرض من أي نوع يمكن رؤيتها. غسلنا زجاجات العينات بالماء ثم ملأناها، وانطلقنا عائدين. كان الظلام أكثر حلكة من قبل. كانت النجوم ساطعة لدرجة أنها بدت كأنها تندفع من السماء، ولوهلة شعرت بأنني فهمت كيف كان شعور مكتشف مثل كوك عندما وصل إلى مثل هذا المكان عند أطراف العالم المعروف.

تنمو الشعاب المرجانية ضمن صف كبير يمتد على شكل حزام حول جوف الأرض؛ بدءا من خط العرض ثلاثين درجة شمالا إلى خط العرض ثلاثين درجة جنوبا. وبعد الحيد المرجاني العظيم يوجد ثاني أكبر حيد مرجاني في العالم قبالة سواحل بليز Belize. وهناك شعاب مرجانية كثيفة في الجزء الاستوائي، وفي المحيط الهندي، وفي البحر الأحمر، والعديد من الشعاب الصغيرة في الكاريبي. ومع ذلك فمن الغريب أن أول دليل على أن ثاني أكسيد الكربون يمكن أن يقضي على حيد مرجاني جاء من أريزونا، من ذلك العالم المنعزل الذي يُعتقد أنه يتمتع بالاكتفاء الذاتي، والذي يعرف بـ «الغلاف الحيوي 2» Biosphere 2.

الغلاف الحيوي 2 عبارة عن هيكل تصل مساحته إلى ثلاثة أفدنة، ومحاط بغلاف زجاجي مثل معبد الزقورة. وقد بنته في أواخر الثمانينيات مجموعة خاصة كان تمويلها بشكل رئيسي من قبل الملياردير إدوارد باس Edward Bass، وكان الغرض منه إثبات كيف يمكن إعادة خلق الحياة الموجودة على الأرض، أي الغلاف الحيوي 1، على كوكب

آخر مثل المريخ. ضم البناء غابة مطيرة و«صحراء» و«منطقة زراعية» و«محيطا» اصطناعيا. تكونت أول مجموعة من ساكني الغلاف الحيوي من أربعة رجال وأربع نساء ظلوا في عزلة تامة داخل المكان لمدة سنتين. كانوا يزرعون غذاءهم بأنفسهم، وظلوا فترة يستنشقون الهواء المعاد تدويره فقط. غير أن المشروع اعتبر فاشلا على نطاق واسع. فقد أمضى ساكنو الغلاف الحيوي معظم وقتهم وهم جوعى، والأسوأ من ذلك أنهم فقدوا السيطرة على غلافهم الحيوي الاصطناعي؛ ففي مختلف «الأنظمة البيئية» كان يفترض أن يحدث توازن بين التحلل **decomposition** الذي يأخذ الأكسجين ويطلق ثاني أكسيد الكربون، والتمثيل الضوئي الذي يقوم بالعكس. ولأسباب على رأسها ما يتعلق بوجود تربة غنية تم استيرادها إلى المنطقة الزراعية كانت الغلبة للتحلل. تناقص مستوى الأكسجين داخل البناء بشكل حاد، وأصيب سكان الغلاف الحيوي بـ «داء المرتفعات» **altitude sickness**. وفي الوقت نفسه ارتفع مستوى ثاني أكسيد الكربون بشكل هائل. ووصل في النهاية إلى ثلاثة آلاف جزء في المليون، أي نحو ثمانية أضعاف المستوى الموجود خارج البناء.

انهار الغلاف الحيوي 2 رسميا في العام 1995، وأخذت جامعة كولومبيا على عاتقها إدارة البناء؛ فـ «المحيط»، الذي كان بحجم مسبح أولمبي كان قد تحول في هذه اللحظة إلى حطام، حيث نفقت معظم الأسماك التي زود بها، في حين كان المرجان يكافح للاستمرار في البقاء. كُلِّف أحد علماء البيولوجيا البحرية، ويدعى كريس لانغدون **Langdon**، بمهمة الاستفادة تعليميا من حوض المحيط. كانت أول خطوة اتخذها هي ضبط كيمياء الماء. ولم يكن غريبا أن العدد الهيدروجيني لـ «المحيط» كان منخفضا في ظل وجود مستوى عال من ثاني أكسيد الكربون في الهواء. حاول لانغدون تصحيح ذلك، لكن استمرت أشياء غريبة في الحدوث. وأصبح التوصل إلى معرفة السبب يشغل كل تفكيره لدرجة الهوس. وبعد فترة باع لانغدون بيته في نيويورك وانتقل إلى أريزونا، حتى يمكنه إجراء التجارب على «المحيط» طول الوقت.

وعلى الرغم من أن آثار التحمض يُعبَّر عنها دائما في إطار العدد الهيدروجيني، فإن هناك طريقة أخرى للنظر فيما يجري، وهي على الدرجة نفسها من الأهمية - بالنسبة إلى كثير من الكائنات من المحتمل أن تكون أكثر أهمية - وذلك على صعيد

إحدى خواص مياه البحر التي تحمل اسما يفتقر إلى الإتقان نوعا ما، وهو حالة التشبع بالنسبة إلى كربونات الكالسيوم أو حالة التشبع بالنسبة إلى الأراغونيت aragonite. تُوجد كربونات الكالسيوم في شكلين مختلفين بناء على البنية البللورية، أما الأراغونيت، وهو الشكل الذي ينتجه المرجان، فهو النوع الأكثر قابلية للذوبان. تتحدد حالة التشبع بواسطة صيغة كيميائية معقدة؛ وهي في الأساس مقياس لتركيز أيونات كل من الكالسيوم والكربونات في الماء. عندما يذوب ثاني أكسيد الكربون في الماء فإنه يكوِّن حمض الكربونيك carbonic acid (H_2CO_3) الذي في النتيجة «يأكل» أيونات الكربونات، ما يؤدي إلى تقليل حالة التشبع.

عندما وصل لانغدون إلى الغلاف الحيوي 2 كانت وجهة النظر السائدة بين علماء البيولوجيا البحرية أن المرجان لا يهتم كثيرا بحالة التشبع، مادامت بقيت فوق الواحة (أما في حال هبطت إلى ما دون الواحد، فإن الماء يصبح «أقل تشبعا» وتذوب كربونات الكالسيوم)، وبناء على ما كان يراه لانغدون، فقد أصبح مقتنعا بأن المرجان يهتم بحالة التشبع، بل في الواقع يهتم بها بشكل عميق. ولاختبار صحة فرضيته استخدم لانغدون طريقة مباشرة تماما، وإن كانت مستهلكة للوقت؛ إذ سيعمد إلى تنويع الأجواء داخل «المحيط»، ورفع مستعمرات المرجان الصغيرة التي كانت ملتصقة ببلاطات صغيرة، إلى خارج الماء وقياس وزنها بشكل دوري. فإذا زاد وزن المستعمرة، فهذا يعني أنها كانت تنمو، ما يؤدي إلى زيادة الكتلة عن طريق التكلس. استغرقت التجربة أكثر من ثلاث سنوات، وأنتجت أكثر من ألف عملية قياس. وكشفت عن علاقة خطية تقريبا بين معدل نمو المرجان وحالة تشبع الماء. نما المرجان أسرع عندما كانت حالة تشبع الأراغونيت خمسة، وأبطأ عند أربعة، وأكثر بطئا عند ثلاثة. وعند مستوى اثنين توقفت فعليا عن البناء؛ مثل المقاولين المحبطين الذين يتوقفون عن العمل رافعين أيديهم. وفي العالم الصناعي للغلاف الحيوي 2، كانت مضامين هذا الاكتشاف مثيرة للاهتمام. أما في العالم الحقيقي - أي الغلاف الحيوي 1 - فقد كانت أكثر إثارة للقلق.

قبل الثورة الصناعية، كان يمكن العثور على جميع الشعاب المرجانية الرئيسية في العالم ضمن مياه تتراوح حالة تشبعها بالأراغونيت بين أربعة وخمسة. واليوم ليس هناك على الأغلب مكان على الكوكب يوجد فيه حالة تشبع أكثر من أربعة، وإذا

استمرت الانبعاثات الحالية على المنوال نفسه، فلن تتبقى أي منطقة أعلى من 3.5 بحلول العام 2060، وبحلول العام 2100 لن توجد أي منطقة أعلى من 3.0. وكلما هبط مستوى التشبع، ازدادت الطاقة المطلوبة للتكلس، وتراجعت معدلات هذا التكلس. وفي النهاية قد تهبط مستويات التشبع لدرجة أن يتوقف تماما المرجان عن القيام بالتكلس، لكن قبل وصوله إلى هذه المرحلة - بوقت طويل - سيمر المرجان بحالة أزمة؛ لأنه في العالم الحقيقي تؤكل الشعاب بصفة مستمرة بواسطة الأسماك وقنفذ البحر والديدان الناقبة. كما أنها تتعرض لهجمات مستمرة من قبل الأمواج والعواصف، كتلك التي أدت إلى تشكل جزيرة الشجرة الواحدة. وهكذا لتتمكن الشعاب المرجانية من الصمود يتعين عليها أن تنمو باستمرار. أخبرني لانغدون ذات مرة «بأنها أشبه بالشجرة التي تعيش عليها الحشرات، فهي بحاجة إلى أن تنمو بسرعة لتتمكن من مجاراتها».

نشر لانغدون نتائجه في العام 2000، في ذلك الوقت كان كثير من علماء البيولوجيا البحرية يشككون في صحتها، والسبب يعود - بدرجة كبيرة على ما يبدو - إلى ارتباطه بمشروع الغلاف الحيوي غير الموثوق به. قضى لانغدون سنتين أخريين في إعادة تجاربه، ولكن هذه المرة بقيود أكثر صرامة. وكانت النتائج مطابقة للنتائج السابقة. وفي الوقت نفسه شرع باحثون آخرون في إجراء دراسات خاصة بهم. أكدت تلك الدراسات اكتشافات لانغدون: وهي أن المرجان الباني للشعاب حساس لحالة التشبع. وهذا ما ثبت الآن عبر عشرات الدراسات المخبرية الأخرى، وكذلك الدراسات التي أجريت على حيد حقيقي. ومنذ سنوات قليلة أجرى لانغدون، وبعض زملائه، تجربة على جزء من حيد مرجاني قريب من نظام منافذ بركانية قبالة سواحل بابوا غينيا الجديدة Papua Guinea. أجريت التجربة على نمط التجارب التي أجراها هول سبنسر في جزيرة كاستيلو أراغونيز[8]، حيث استُخدمت فيها المنافذ البركانية مرة أخرى كمصدر طبيعي للتحمض. ومع انخفاض حالة تشبع مياه المنافذ البركانية تدهور تنوع المرجان، وتناقصت طحالب المرجان على نحو أكثر حدة. وهذا نذير شؤم؛ حيث إن الطحالب المرجانية تؤدي وظيفة الصمغ بالنسبة إلى الحيد المرجاني، وهو ما يجعل بنيانه متماسكا. في غضون ذلك ازدهرت أعشاب البحر.

كتب جي. إي. إن. فيرون J.E.N. Veron، كبير العلماء السابق بالمعهد الأسترالي لعلوم البحار: «أنا نفسي كنت أظن، منذ عقود قليلة، أنه من السخف أن نتخيل أن الشعاب لها عمر محدود[9]. ومع ذلك هآنذا اليوم أشعر بالفخر لأنني أمضيت السنوات الأكثر إنتاجية من حياتي كوني عالما حول العجائب التي يزخر بها عالم ما تحت الماء، وكلي اقتناع بأنها لن تكون موجودة ليتمتع بها أبناء أبنائنا. وفي دراسة حديثة وجد فريق من الباحثين الأستراليين أن غطاء المرجان في الحيد المرجاني العظيم قد انخفض بمقدار خمسين في المائة، في السنوات الثلاثين الماضية فقط»[10].

وقبل أن يقوموا برحلتهم إلى جزيرة الشجرة الواحدة بوقت قصير نشر كالديرا، وأعضاء فريقه الآخرون، بحثا قيَّموا من خلاله مستقبل المرجان. باستخدام نماذج الكمبيوتر والبيانات التي جُمعت من أرض الميدان. وتوصل البحث إلى أنه لو استمر معدل الانبعاث الحالي «ستتوقف كل الشعاب المرجانية عن النمو وتبدأ في الذوبان»، في السنوات الخمسين المقبلة تقريبا[11].

وفيما بين الرحلات إلى الشعاب لجمع العينات غطس العلماء بجزيرة الشجرة الواحدة كثيرا. كانت البقعة المفضلة لديهم تبعد نحو نصف ميل عن الساحل، على الجانب الآخر للجزيرة مقابل الموقع DK-13، والوصول إلى هناك كان يتطلب التزلف إلى غراهام Graham، مدير المحطة، حتى يأخذوا القارب. الأمر الذي كان يوافق عليه على مضض، وبعد قدر كبير من التأفف.

أخبرني بعض العلماء الذين غطسوا في أنحاء كثيرة من العالم - في الفلبين وإندونيسيا وفي الكاريبي وجنوب الباسفيك - أن الغطس عند جزيرة الشجرة الواحدة هو الأفضل على الإطلاق. وجدت أن هذا سهل التصديق؛ ففي أول مرة قفزت من القارب ونظرت إلى دوامة الحياة تحتي، شعرت بشيء غير حقيقي، كأنني أصبحت في عالم ما تحت البحار لجاك كوستو Jacques Cousteau. كانت هناك أسراب من السمك الصغير تتبعها أسراب لأسماك أكبر حجما، ثم تتبعها أسماك القرش؛ وتنزلق وراءها أسماك الراي الهائلة، تتبعها سلاحف في حجم حوض الاستحمام المنزلي. حاولت الاحتفاظ بقائمة ذهبية لما أراه، لكن كان الأمر أشبه بمحاولة تصنيف الحلم. وبعد كل رحلة كتلك كنت أقضي الساعات في تصفح مجلد ضخم عنوانه «أسماك الحيد المرجاني العظيم وبحر المرجان» The es of the Great Barrier Reef

and the Coral Sea. ومن بين الأسماك التي أعتقد أنني رأيتها كانت: قرش النمر tiger sharks، وقرش الليمون Lemon Sharks، وقرش الشعاب الرمادي Gray Reef Sharks، وسمك وحيد القرن ذا العمود الفقري الأزرق Fish Blue-Spine Unicorn، وسمك صندوق البحر الأصفر Yellow Boxfish، وسمك صندوق البحر المنقط Spotted Boxfish، وسمك الملاك المريب Conspicuous Angelfish، وسمك شعاب شقائق النعمان Barrier Reef Anemonefish، وسمك كروميس الشعاب Barrier Reef Chromis، وسمك الببغاء دقيق الزعانف Minifin Parrotfish، وسمك الببغاء طويل الأنف Pacific Longnose Parrotfish، وسمك حلو الشفاه الداكن Somber Sweetips، والرنجة ذات الأربع بقع Fourspot Herring، والتونة أصفر الزعانف Yellowfin Tuna، وسمك الدولفين الشائع Common Dolphinfish، وسمك البليني الخادع Deceiver Fangblenny، والسمك منشار الذيل ذا البقع الصفراء Yellow Spotted Sawtail، وسمك الأرنب المقلّم Barred Rabbitfish، واللبروس غليظ الرأس Blunt-Headed Wrasse، واللبروس المنظَّف المخطط Striped Cleaner Wrasse.

كثيرا ما تقارن الشعاب بالغابات المطيرة، ومن منطلق تنوع الحياة فإن المقارنة مناسبة. وإذا اخترت أي نوع وفق ما ترغب فستجد أن العدد مذهل. وفي إحدى المرات كسر باحث أسترالي كتلة من المرجان في حجم كرة الطائرة، ووجد أكثر من ألف وأربعمائة دودة متعددة الأشواك تنتمي إلى 103 أنواع مختلفة تعيش بداخلها. وأخيرا، كسر باحثون أمريكيون كتلا من المرجان بحثا عن القشريات؛ في مساحة تعادل مترا مربعا واحدا بالقرب من جزيرة البلشون[12]، وجدوا عينات تمثيلية لأكثر من مائة نوع، وفي عينة مماثلة الحجم جُمعت من الطرف الشمالي للحيد المرجاني العظيم وجدوا عينات تمثيلية لما يزيد على مائة وعشرين نوعا. وتشير التقديرات إلى أنه على الأقل نصف مليون، وربما يصل العدد إلى تسعة ملايين نوع، تقضي على الأقل جزءا من حياتها في الشعاب المرجانية.

وهذا النوع يصبح أكثر إثارة للدهشة في ضوء الظروف الكامنة؛ فالمياه الاستوائية تكون عادة فقيرة بالعناصر الغذائية، مثل النيتروجين والفوسفور، التي تعتبر أساسية لمعظم أشكال الحياة[13]. (لا بد من أن ذلك يرجع إلى ما يسمى

البنية الحرارية لعمود الماء، Water Column، ولهذا السبب كثيرا ما تبدو المياه الاستوائية صافية بشكل جميل). وتبعا لذلك فالبحار في المناطق المدارية ينبغي أن تكون قاحلة؛ فتصبح النظير المائي للصحاري البرية. إذن فالشعاب المرجانية ليست مجرد غابات مطيرة تحت الماء، بل هي غابات مطيرة في الصحراء البحرية الكبرى. وأول شخص شعر بالحيرة أمام هذا التنافر كان داروين، وأصبح هذا الأمر - منذ ذلك الحين - يعرف بـ «مفارقة داروين» Darwin's Paradox. لم يُعثَر على حل نهائي لمفارقة داروين، لكن أحد مفاتيح حل هذا اللغز يبدو أنه يكمن في إعادة التدوير؛ فالشعاب - أو في الواقع مخلوقات الشعاب - قد طورت نظاما فعالا بشكل مذهل، تنتقل بواسطته المغذيات من طبقة من الكائنات إلى طبقة أخرى، كأنها في بازار ضخم والمرجان هو اللاعب الرئيسي في هذا النظام المعقد للتبادل، ويقدم في الوقت نفسه المنصة التي تجعل التبادل ممكنا؛ ولولا وجوده لأصبحت الصحراء المائية أكثر اتساعا.

قال لي كالديرا: «المرجان يبني عمارة النظام البيئي، ولذلك من الواضح أنه إذا رحل فإن النظام البيئي بأكمله سيرحل».

ووصف لي أحد العلماء الإسرائيليين، وهو جاك سيلفرمان Jack Silverman الأمر على النحو التالي: «إذا لم يكن هناك مبنى، أين سيقيم المستأجرون؟».

ظهرت الشعاب واندثرت عدة مرات في الماضي، وتعود بقايا ثانية إلى الظهور في مختلف الأماكن غير المحتملة؛ فمثلا يمكن الآن العثور على بقايا الشعاب التي تعود إلى العصر الثلاثي وقد تراكمت حتى وصلت إلى ارتفاع آلاف الأقدام فوق سطح البحر في جبال الألب النمساوية. وجبال جوادالوب في غرب تكساس هي ما تبقى من شعاب العصر البرمي الذي ارتفع في حادثة «الانضغاط التكتوني» Tectonic Compression منذ نحو ثمانين مليون سنة. ويمكن رؤية شعاب من العصر السيلوري في شمال غرينلاند.

تتكون كل هذه الشعاب القديمة من الحجر الجيري، لكن المخلوقات التي كونتها كانت مختلفة تماما. ومن بين الكائنات التي بنت الشعاب في العصر الطباشيري كانت هناك أنواع ضخمة من ذوات الصمامين تعرف باسم رودست Rudists. وفي العصر السيلوري كان من بين بناة الشعاب مخلوقات شبه إسفنجية

يطلق عليها ستروماتوبورويد Stormatoporoids أو اختصارا «ستروم» Stroms. أما في العصر الديفوني فقد بنيت الشعاب بواسطة المرجان المجعّد Rugose Corals الذي كان ينمو على شكل قرون، والمرجان المجدوَل Tabulate Corals الذي كان ينمو على شكل أقراص العسل. وكل من المرجان المجعد والمرجان المجدول كانت له صلة، لكن بعيدة، بالمرجان الصلب Scleractinian Carals، وقد قُضي على كلتا الرتبتين في الانقراض الكبير الذي حدث في نهاية العصر البرمي. ويظهر هذا الانقراض في السجل الجيولوجي (إلى جانب عدد من الأشياء الأخرى) كفجوة شعابية Reef Gap - وهي عبارة عن فترة تمتد إلى نحو عشرة ملايين سنة اختفت خلالها الشعاب كلية. كما حدثت فجوات أخرى بعد انقراضات أواخر العصر الديفوني ونهاية العصر الثلاثي، وفي كل من هاتين الحالتين استغرقت الشعاب ملايين السنين لاستئناف البناء. جعل هذا الارتباط بعض العلماء يدفعون بأن بناء الشعاب عملية تتأثر بالتغيرات البيئية بشكل خاص، وهذه مفارقة أخرى، حيث إن بناء الشعاب هو أيضا من أقدم العمليات على الأرض.

بالطبع لا يشكل تحمض المحيط التهديد الوحيد للشعاب المرجانية. وفي الحقيقة، إنه في بعض مناطق العالم من المحتمل ألا تستمر الشعاب طويلا حتى يقضي عليها تحمض المحيط، فهناك قائمة من الأخطار، وهي تشتمل - على سبيل المثال لا الحصر: الصيد الجائر للأسماك الذي يشجع على نمو الطحالب التي تنافس المرجان، والجريان السطحي الزراعي agriwltural runoff الذي يشجع أيضا على نمو الطحالب؛ وإزالة الغابات التي تؤدي إلى تراكم الطمي Siltation، وتقلل من صفاء الماء؛ والصيد بالديناميت الذي يتمتع بقدرة تدميرية تبدو في غنى عن التفسير. وتؤدي كل هذه الضغوط إلى جعل المرجان عرضة للأمراض. ومرض الحزمة البيضاء White Band Disease هو إصابة بالبكتيريا تؤدي، كما يدل الاسم، إلى ظهور حزمة من النسيج النخري الأبيض. وهو يصيب نوعين من المرجان الكاريبي، أكروبورا بالماتا Acropora palmate (وعادة يسمى مرجان قرن الإلكة Elkhorn Coral)، وأكروبورا سيرفيكوزنيس Acropora cervicornis (مرجان قرن الآيل Stoghorn Coral)، والذي كان إلى عهد قريب المتسيد في بناء الشعاب في المنطقة. وقد أهلك المرض هذين النوعين ما أدى إلى وضعهما في قائمة «الأنواع

المهددة بشدة بالانقراض» من قبل الاتحاد الدولي للمحافظة على الطبيعة. وفي الوقت نفسه انحسر الغطاء المرجاني في البحر الكاريبي خلال العقود الأخيرة بما يقرب من ثمانين في المائة.

وأخيرا لدينا الخطر الذي قد يكون الأبرز في قائمة الأخطار، وهو تغير المناخ الذي يُعتبر توأم تحمض المحيطات، والذي يضاهيه في إحداث الأذى.

تحتاج الشعاب المدارية إلى الدفء، لكن عندما ترتفع درجة الحرارة بشكل كبير تسبب مشكلات، والسبب في ذلك - في الحقيقة - هو أن المرجان الباني للشعاب يعيش حياة مزدوجة؛ فكل مُرجَّل هو عبارة عن حيوان، وفي الوقت ذاته، عن مضيف للنباتات المجهرية التي تعرف باسم «زوكسانثيلي» zooxanthellae(*). وينتج الزوكسانثيلي الكربوهيدرات عن طريق التمثيل الضوئي، وتحصد المرجَّلات تلك الكربوهيدرات، تماما كما يحصد المزارعون الذرة. وبمجرد ارتفاع درجة حرارة الماء عن نقطة معينة – تختلف هذه الدرجة بتأثير المكان وكذلك النوع – تنهار العلاقة التكافلية بين المرجان وضيوفه، ويبدأ الزوكسانثيلي في إنتاج تركيزات خطرة من جذور الأكسجين الحرة، وتواجه المرجَّلات ذلك بشكل بائس، وفي كثير من الأحيان مدمر للذات، وذلك عبر طرد تلك التركيزات. ومن دون الزوكسانثيلي التي هي مصدر اللون الرائع، يبدو المرجان وقد تحول إلى اللون الأبيض – وتلك هي الظاهرة التي أصبحت تعرف بـ «تبييض المرجان» Coral bleaching. وتتوقف المستعمرات التي بُيِّضت عن النمو، وإذا كان الدمار حادا بما فيه الكفاية تموت. وقد وقعت أحداث تبييض رئيسية في الأعوام 1998، و2005، و2010، ومن المتوقع أن يزداد تكرار وشدة هذه العمليات إذا استمرت درجة الحرارة في الزيادة عالميا. وقد أظهرت دراسة أجريت على أكثر من ثمانمائة نوع من المرجان باني الشعاب، ونشرت في مجلة ساينس في العام 2008، أن نحو ثلث تلك الأنواع معرض لخطر الانقراض، والسبب الرئيس يعود إلى ارتفاع درجة حرارة المحيط. وهذا جعل المرجان الحجري واحدا من أكثر المجموعات المهددة بالخطر على كوكب الأرض. حيث إن نسبة أنواع

(*) دوامي السيانو تكافلي بني يميل إلى الاصفرار، يوجد بأعداد كبيرة في السينوبلازم لكثير من اللافقاريات البحرية. [المترجمان].

المرجان المصنفة على أنها «مهددة» تتعدى، كما أشارت الدراسة، «نسبة معظم مجموعات الحيوانات البرية ما عدا البرمائيات».

الجزر هي عوالم مصغرة، وكما رأى الكاتب دافيد كوامين David Quammen «إنها تقريبا كاريكاتير لتعقيدات الطبيعة الكلية». ووفقا لهذه الرؤية فإن جزيرة الشجرة الواحدة هي كاريكاتير لكاريكاتير؛ فمساحتها الكلية أقل من 750 قدما طولا و500 قدم عرضا، ومع ذلك فقد عمل فيها مئات العلماء، الذين انجذبوا إليها، في حالات كثيرة، بسبب صغر حجمها. وفي سبعينيات القرن العشرين قرر ثلاثة علماء أستراليين وضع إحصاء بيولوجي كامل للجزيرة. قضوا الجزء الأكبر من سنواتهم الثلاث في الخيام؛ حيث صنفوا كل نوع نباتي وحيواني صادفهم بما في ذلك: الأشجار (ثلاثة أنواع)، والأعشاب (أربعة أنواع)، والطيور (29 نوعا)، والذباب (90 نوعا)، والعث (102 نوع). واكتشفوا أنه ليست هناك ثدييات على الجزيرة إلا إذا حسبنا العلماء أنفسهم، أو الخنزير الذي أحضروه معهم ووضعوه في قفص، إلى أن شووه للأكل. ونتج عن هذا البحث مجلد في أربعمائة صفحة. ويبدأ بقصيدة تشهد على سحر هذه الجزيرة الصغيرة:

جزيرة نائمة[14]

محاطة بتاج متلألئ

من الماء الفيروزي والأزرق

تحرس جوهرتها من الأمواج المتلاطمة

على حوافها المرجانية

لم تكن هناك رحلات غطس مقررة في يومي الأخير على الجزيرة، ولذلك قررت المشي حول الجزيرة، وهو تمرين لا يستغرق أكثر من خمس عشرة دقيقة. وبعد أن بدأت رحلتي بوقت قصير صادفت غراهام مدير محطة الأبحاث، وهو رجل رشيق ذو عينين زرقاوين، وشعره بلون الزنجبيل، وله شارب يذكّر بحيوان الفظ، بدا غراهام بالنسبة إليَّ كأنه كان يصلح لأن يكون قرصانا. بدأنا نتمشى ونتحدث، وفي أثناء تجولنا أخذ غراهام يلتقط قطعا صغيرة من البلاستيك التي تحملها الأمواج وتلقي بها على الجزيرة: غطاء عبوة، وقطعة صغيرة من مادة عازلة من المحتمل أن تكون من باب سفينة، وجزءا من ماسورة مصنوعة من مادة البولي فينيل كلوريد البلاستيكية، وأصبح لديه مجموعة كبيرة من هذا الحطام المبعثر، والذي

كان يعرضه في قفص من الأسلاك المعدنية، وكان الغرض من ذلك المعرض، كما قال لي، أن يبين للزائرين «ما يفعله جنسنا البشري».

عرض غراهام عليَّ أن يطلعني على كيفية عمل محطة البحوث فعليا. وهكذا شققنا طريقنا بصعوبة خلف الأكواخ والمختبرات، واتجهنا إلى الجزء الأوسط من الجزيرة. وكان قد حان موسم التزاوج، ولذلك أينما توجهنا، كانت الطيور ترفرف حولنا وتصيح: مثل خطاف البحر الملجم bridled terns، وهو طائر أسود من أعلى وأبيض الصدر؛ وخطاف البحر البنغالي Lesser Crested terns، وهو طائر رمادي ذو وجه أبيض وأسود، والأبله الأسود black noddies الذي توجد له بقعة بيضاء على الرأس. وأدركتُ لماذا كان البشر يجدون سهولة في قتل طيور البحر المعششة؛ بدت طيور خطاف البحر غير خائفة تماما، حتى أنه كان من الصعب تفادي وطئها بأقدامنا.

أخذني غراهام لأرى ألواح الطاقة الشمسية التي تغذي محطة البحوث بالطاقة، والأحواض التي تجمع مياه الأمطار لتمدهم بالماء. كانت الأحواض معلقة على منصة، ومن هناك كان يمكننا رؤية قمم أشجار الجزيرة. ووفقا لحساباتي غير الدقيقة تماما، قد يصل عددها إلى خمسمائة شجرة. وبدا أنها كانت تنمو من بين الحطام مباشرة، مثل ساريات الأعلام. وخلف حافة المنصة مباشرة، لفت غراهام نظري إلى خطاف بحر ملجم يضرب بمنقاره فرخا أبله أسود. وما لبث أن مات على الفور. توقع غراهام «أن الخطاف لن يأكله، وكان على صواب، سار خطاف البحر الملجم بعيدا عن الفرخ الذي سرعان ما التهمه نورس. كانت لغراهام رؤية فلسفية بشأن ذلك المشهد، الذي بدا من الواضح أنه شاهده عدة مرات؛ فهذا الإجراء يحول دون تزايد أعداد الطيور في الجزيرة إلى الحد الذي يؤدي إلى استنفاد مصادرها.

كانت تلك الليلة الأولى من عيد الأنوار Hanukkah(*). ولهذه المناسبة صنع أحد الأشخاص شمعدانا من فرع شجرة وربط عليه - بواسطة شريط لاصق - شمعتين. وبعد إضاءته على الشاطئ، بدأ ذلك الشمعدان يرسل الظلال التي كانت تتمايل عبر الحطام. كان العشاء في تلك الليلة من لحم الكنغر، وقد وجدته لذيذا على نحو مذهل؛ لكنه بالنسبة إلى الإسرائيليين لم يكن متوافقا بشكل صريح مع التعاليم اليهودية.

(*) أحد الأعياد اليهودية التي تمتد ثمانية أيام بلياليها في الخريف. [المترجمان].

وفي وقت لاحق انطلقت نحو الموقع DK-13 برفقة أحد باحثي ما بعد الدكتوراه، ويدعى كيني شنايدر Kenny Schneider. وفي هذه اللحظة زحفت مياه المد لأكثر من ساعتين، وكان على شنايدر وأنا معه أن نصل إلى الموقع قبل منتصف الليل بدقائق قليلة. كان شنايدر قد قام بهذه الرحلة من قبل؛ لكنه لم يكن قد أتقن استخدام جهاز تحديد المواقع كما يجب. وبعد أن قطعنا نصف المسافة وجدنا أنفسنا نهيم بعيدا عن الطريق المطلوب. وسرعان ما وصلت المياه حتى صدورنا. وقد جعل ذلك سيرنا أبطأ وأكثر صعوبة، وكان المد آخذا في الارتفاع. مرت بذهني لحظات من القلق. هل سنكون قادرين على السباحة والعودة إلى المحطة؟ وهل سنتمكن حتى من معرفة الاتجاه الصحيح كي نسلكه في السباحة؟ هل سيقودنا ذلك في نهاية المطاف إلى حسم موضوع فيغي؟

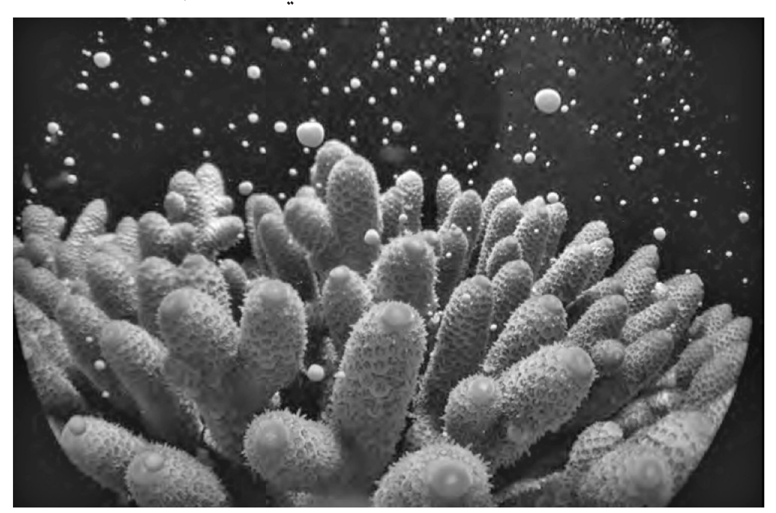
وقع نظرنا - أنا وشنايدر - على عوامة الإنقاذ الصفراء الخاصة بالموقع DK-13، والتي كان يفترض بنا أن نشاهدها قبل ذلك بوقت طويل. ملأنا أوعية العينات وبدأنا العودة. ومرة أخرى أذهلتني الإضاءة غير العادية للنجوم والأفق الخالي من الإضاءة وشعرت أيضا بأنني في موقع غير ملائم، وهذا الشعور انتابني عدة مرات في أثناء وجودي في جزيرة الشجرة الواحدة؛ فالسبب الذي دفعني إلى المجيء إلى الحيد المرجاني العظيم هو أن أكتب عن مدى تأثير البشر. ومع ذلك فقد بدونا - أنا وشنايدر - صغارا جدا جدا في ذلك الظلام الحالك.

ومثل اليهود، يلتزم المرجان في الحاجز المرجاني الكبير بالتقويم القمري. ومرة كل عام، وبعد اكتمال القمر في بداية الصيف الجنوبي، ينخرط المرجان فيما يعرف «بالتسرئة الجماعية» mass spawning، نوع من التزامن الجنسي الجماعي. وقد قِيل لي إن التسرئة الجماعية مشهد يجب ألا يفوتني، وعليه رتبت رحلتي إلى أستراليا وفقا لذلك.

في الأغلب يتسم المرجان بالعفة الشديدة؛ فهو يتكاثر بشكل لا جنسي، وذلك من خلال «التبرعم» budding. وعليه فإن التسرئة السنوية تعتبر فرصة نادرة، من الناحية الجينية، لخلط الأشياء مع بعضها. معظم واضعي البيض مخنثون، أي أن المرجّل الواحد منها ينتج البيض والحيوانات المنوية معا؛ حيث يكونان ملفوفين ضمن حزم صغيرة وملائمة للغرض. ولا يعرف أحد كيف يزامن المرجان وضع البيض بالضبط، لكن يعتقد أنه يستجيب لكل من الضوء ودرجة الحرارة.

واستعدادا لليلة الكبيرة - حيث تحدث التسرئة الجماعية دائما بعد غروب الشمس - تبدأ المرجانيات في «التحجُّر»، وهو ما يعتقد أنها الطريقة التي تتبعها المرجانيات الصلبة عندما تدخل في حالة المخاض. وتبدأ حزم البيض والمني بالبروز من المرجّلات؛ حيث يظهر لدى المستعمرة ككل ما يبدو كأنه قشعريرة. وقد أنشأ بعض الباحثين الأستراليين على جزيرة البلشون حضانة مجهزة بشكل جيد؛ حتى يمكنهم دراسة الحدث. جمعوا مستعمرات من بعض الأنواع الأكثر شيوعا على الشعاب، بما في ذلك «أكروبورا ميلوبورا» Acropora millepora التي تؤدي دور، كما قال لي أحد العلماء: «فأر المختبر» لعالم المرجان، وكانوا يربونها في أحواض. وتنتج «الأكروبورا ميلوبورا» مستعمرة تبدو أنها مجموعة من أشجار عيد الميلاد الدقيقة. ولم يكن مسموحا لأي أحد بالاقتراب من الأحواض وفي يده مصباح يدوي؛ خوفا من أن تؤثر في الساعات الداخلية للمرجانيات. وبدلا من ذلك كان كل فرد يرتدي على رأسه مصباحا أحمر خاصا. وبعد أن استعرتُ واحدا من تلك المصابيح، تمكنت من رؤية حزم البيض والمني، وهي تضغط على النسيج الشفاف للمرجّلات. كان لون الحزم ورديا وتشبه الخرز الزجاجي.

حامت رئيسة الفريق، سيلينا وورد Selina Ward، من جامعة كوينزلاند، حول أحواض المرجانيات الحوامل مثل طبيبة التوليد التي تستعد لإجراء عملية ولادة.



الشكل رقم (25): «الأكروبورا ميلوبورا» في أثناء عملية التسرئة

وأخبرتني بأن كل حزمة تحتوي على ما بين عشرين وأربعين بيضة، ويحتمل أن تكون الحيوانات المنوية بالآلاف. وبعد انطلاقها بفترة وجيزة تنكسر الحزم وتتفتح وتتسرب أمشاجها، والتي إذا كان في استطاعتها إيجاد شريك، تنتج يرقات دقيقة وردية اللون، وبمجرد وضع المرجانيات للبيض في أحواضها، كانت وورد تخطط لتجريف الحزم وتعريضها لمستويات مختلفة من التحمض. كانت وورد تدرس تأثير التحمض في التسرئة خلال السنوات العديدة الماضية. أوضحت نتائجها أن مستويات التشبع المنخفضة تؤدي إلى تناقص ملحوظ في التخصيب. كما تؤثر مستويات التشبع في نمو اليرقات واستقرارها – أي العملية التي بواسطتها تخرج فيها اليرقات المرجانية من عمود المياه وتلصق نفسها بشيء صلب، وتبدأ في إنتاج مستعمرات جديدة.

أخبرتني وورد «وبصفة عامة، كانت كل نتائجها سلبية حتى الآن. وإذا ظلت الحال على ما هي عليه الآن، من دون إحداث تغييرات جذرية في انبعاثات ثاني أكسيد الكربون فورا، أعتقد أننا إزاء وضع لن يتبقى فيه لدينا في المستقبل - في أفضل الأحوال - سوى بقايا بقع متفرقة من المرجانيات».

وفي وقت متأخر من تلك الليلة؛ سمع بعض الباحثين الآخرين على جزيرة البلشون، بمن فيهم طلاب الدراسات العليا الذين كانوا يحاولون لحام أحواض التربية المتوسطة (الميزوكوزم) التي كان من المفروض الانتهاء منها من قبل، سمعوا أن مرجانيات وورد على وشك وضع بيضها، وعليه حدث ترتيب عملية غطس ليلية. كانت تلك العملية أكثر إتقانا من رحلات الغطس التي كانت تتم في جزيرة الشجرة الواحدة، حيث كان كل شيء مجهزا، مثل بدلات الغطس وأضواء ما تحت الماء. لم تكن هناك معدات تكفي الجميع للقيام برحلة واحدة، ولذلك ذهبنا على دفعتين. وكنت أنا مع الدفعة الأولى، وفي البداية كنت غير سعيدة، لأنني لم أرَ أي شيء يحدث. ثم، وبعد فترة، لاحظت عددا من المرجانيات تطلق حزمها. وتقريبا في الحال حذا حذوها عدد لا حصر له من المرجانيات الأخرى. وأصبح المشهد كأنه عاصفة ثلجية على جبال الألب، لكن بشكل عكسي؛ فقد امتلأت المياه بتيارات من الخرز الوردي الذي كان يطفو نحو السطح، مثل ثلوج تتساقط نحو الأعلى. بدا أن هناك ديدانا متقزحة الألوان تقوم بأكل الحزم محدثة توهجا غريبا وبدأت تتشكل على السطح بقعة من اللون البنفسجي الفاتح. وعندما انتهت مهمة مجموعتي خرجتُ من الماء على مضض، وأعطيت الضوء الذي معي إلى شخص آخر.

8

الغابة والأشجار

ألزاتيا فيرتيسيلاتا
Alzatea verticillata

كان مايلز سيلمان Miles Silman يقول «إن الأشجار مذهلة. إنها جميلة جدا. وهي بالفعل تستحق مزيدا من التقدير. فعندما تتمشى في غابة، أول شيء يلفت نظرك «هذه شجرة كبيرة» أو «هذه شجرة طويلة»، لكن عندما تبدأ في التفكير حول تاريخ حياتها، وحول كل شيء يسهم في جعل الشجرة تظهر في هذه البقعة، تدرك مدى روعة هذا الأمر. فهو يشبه النبيذ إلى حدّ ما، فبمجرد أن تبدأ في فهمه، يصبح أكثر إثارة للحيرة. كنا نقف في الجزء الشرقي من بيرو Peru، على حافة جبال الأنديز Andes فوق قمة جبل يبلغ ارتفاعه اثني عشر ألف قدم، حيث لا توجد أشجار في

«تعتبر إحدى النظريات أن سبب وجود أنواع أكثر في المناطق الاستوائية يعود إلى أن ساعة التطور هناك تدق بشكل أسرع.
أستطيع سماع الطيور تنادي، لكنني قلما ألمحها؛ كان من الصعب رؤية الحيوانات بسبب كثافة الأشجار»

الحقيقة – بل مجرد شجيرات صغيرة، ومجموعة من الأبقار التي كان وجودها متنافرا مع محيطها إلى حدّ ما، والتي كانت تنظر إلينا بريبة. كانت الشمس تغرب ومعها كانت تهبط درجة الحرارة، لكن المشهد خلال المساء المتميز بتوهجه البرتقالي كان غير عادي. وإلى الشرق كان يقع نهر ألتو مادرى دي ديوس Alto Madre de Dios المتعرج كشريط للزينة والذي يصب في نهر بيني Beni، الذي، بدوره، يصب في نهر ماديرا Madeira والذي يلتقي في النهاية بنهر الأمازون. وعلى امتداد النظر كان يترامى أمامنا متنزه مانو Manu الوطني، وهو إحدى البؤر العظيمة للتنوع الحيوي في العالم.

أخبرني سيلمان «يقع ضمن مجال رؤيتك نوعٌ واحد من أصل كل تسعة أنواع من الطيور الموجودة على الكوكب. وفي مناطقنا وحدها لدينا أكثر من ألف نوع من الأشجار».

كنا قد وصلنا من فورنا أنا وسيلمان وعديد من طلابه البيروفيين في الدراسات العليا إلى قمة الجبل، قادمين من مدينة كوزكو Cuzco التي انطلقنا منها منذ الصباح. وكخط مستقيم، كانت المسافة التي قطعناها تبلغ نحو خمسين ميلا فقط، لكن الرحلة استغرقت اليوم كله، حيث كانت السيارة تسير في طرق غير ممهدة ومتعرجة. كانت الطرقات تلتف حول قرى بيوتها من الطوب والطين وكانت الحقول تجثم عند منعطفات يصعب تخيل وجودها، أما النساء فكن يرتدين ثيابا زاهية الألوان وقبعات من اللباد البني ويحملن أطفالهن في حمالات مشدودة إلى ظهورهن. توقفنا في واحدة من كبرى المدن لتناول الغداء وشراء مستلزمات تكفي لرحلة تسلق تمتد مدة أربعة أيام. تضمن ذلك خبزا وجبنا وحقيبة تسوق ممتلئة بأوراق الكوكا دفع فيها سيلمان ما يعادل دولارين تقريبا.

أخبرني سيلمان ونحن واقفون على قمة الجبل، أن ممر المشاة الذي سنسلكه صباح اليوم التالي كثيرا ما كان يستخدمه بائعو الكوكا المتجولون للصعود إلى أعلى. كان مزارعو الكوكا يحملون الأوراق من الوديان التي تُزرع فيها، إلى قرى مرتفعة في جبال الأنديز كتلك التي مررنا بها، وقد كان ممر المشاة يستخدم لهذا الغرض منذ أيام الفاتحين.

وسيلمان، الذى يدرِّس في جامعة ويك فورست Wake Forest، يطلق على نفسه عالم بيئة متخصصا في الغابات، علما أنه يُعرف أيضا بلقب عالم بيئة استوائية، أو عالم بيئة اجتماعية، أو عالم بيئة متخصص في الحفاظ على البيئة. بدأ تخصصه بالتفكير حول كيفية تكون مجتمعات الغابات وما إذا كانت تميل إلى البقاء مستقرة بمرور الزمن. قاده ذلك إلى البحث في الطرق التي تغير بها المناخ في المناطق الاستوائية في الماضي، وكان من الطبيعي تماما أن يدفعه ذلك إلى البحث في كيفية التنبؤ بالتغيّر المناخي في المستقبل. وقد ألهمته الحقائق التي توصَّل إليها بتأسيس سلسلة من القطاعات المشجرة التي نحن على وشك زيارتها. وبما أن كل قطاع من تلك الأراضي - وعددها الكلي سبعة عشر- يقع على ارتفاع مختلف، فإنه يتمتع بمتوسط درجة حرارة مختلف على مدار السنة. وبالنسبة إلى العالم شديد التنوع في حديقة مانو، فإن هذا يعني أن كل قطاع يمثل شريحة من أحد مجتمعات الغابات المختلفة بشكل جوهري.



الشكل رقم (26): تمتد القطاعات المشجرة التي أنشأها سيلمان على طول سلسلة من الجبال. ويقع القطاع الرقم (1) في قمة السلسلة وعلى أعلى ارتفاع، ولذلك فإنه يتمتع بأدنى معدل حرارة في السنة

والنظرة السائدة في مخيلة الناس هي أن الاحتباس الحراري يشكل مصدر تهديد للأنواع المُحبة للبرودة، وقد تكون هناك أسباب مقنعة لذلك. ومع ارتفاع حرارة العالم سيحدث تغير في القطبين. ففي القطب الشمالي لم يعد الجليد البحري الدائم يغطي سوى نصف المساحة التي كان يغطيها منذ ثلاثين عاما. وبعد ثلاثين سنة من الآن، قد يختفي بشكل كلي. ومن الواضح أن أي حيوان يعتمد على الجليد - مثل الفقمة الحلقية ringed seals أو الدب القطبي - سيواجه معاناة شديدة عندما يذوب ذلك الجليد.

لكن الاحتباس الحراري سيكون له تأثير مماثل في المناطق الاستوائية، بل يرى سيلمان أن هذا التأثير سيكون أكبر. والأسباب التي تؤدي إلى ذلك هي أكثر تعقيدا إلى حد ما، لكنها تبدأ بحقيقة أن المناطق الاستوائية هي في الواقع المكان الذي تقطنه معظم الأنواع.

تخيل لحظة الرحلة التالية (وهي رحلة افتراضية بحتة)[1]. أنت تقف على القطب الشمالي في يوم ربيعي جميل (هناك في تلك اللحظة كمية كبيرة من الجليد عند القطب، وعليه فليس هناك خطر من السقوط داخله). تبدأ بالمشي أو بالأحرى بالتزلج. وحيث إن هناك اتجاها واحدا فقط للتحرك، عليك أن تتجه جنوبا، لكن هناك 360 خط طول لتختار من بينها. ربما تكون مثلي، تعيش في جبال بيركشاير ووجهتك إلى جبال الأنديز، وهكذا تقرر أن تتبع خط طول ثلاثة وسبعين غربا. تواصل التزلج وأخيرا، وعلى بعد خمسمائة ميل فقط من القطب، تصل إلى جزيرة إلزمير Ellesmere. وطوال تلك الرحلة، بالطبع، لن ترى أي شجرة أو نبات أرضي من أي نوع نظرا إلى أنك تسافر عبر المحيط المتجمد الشمالي. وعلى جزيرة إلزمير لن ترى أي شجرة، أو على الأقل لن ترى أي شيء يمكن اعتباره من الأشجار. والنبات الحرجي الوحيد الذي ينمو على الجزيرة هو الصفصاف القطبي Arctic willow، الذي لا يصل ارتفاعه إلى أكثر من كاحلك. (أشار الكاتب لاري لوبيز إلى أنك إذا أمضيت وقتا طويلا تتجول في أرجاء القطب الشمالي، فستدرك في النهاية «أنك تقف على قمة غابة»).

وبينما تواصل التوجه جنوبا، ستعبر مضيق ناريس Nares Strait - في هذا الوقت يصبح التنقل بين المناطق أكثر تعقيدا، لكننا سنترك هذا الموضوع جانبا - ثم تقطع المنحدر الواقع أقصى الغرب في غرينلاند، وتعبر خليج بافن Baffin ثم

تصل إلى جزيرة بافن. وعلى هذه الجزيرة لا يوجد أيضا أي شيء يمكن أن يحمل مواصفات الشجرة، علما أن هناك عدة أنواع من الصفصاف الذي ينمو على شكل عقد قريبة من الأرض. وأخيرا - والآن أنت قطعت تقريبا نحو ألفي ميل في رحلتك - تصل إلى شبه جزيرة أونغافا Ungava Peninsula، شمال مقاطعة كيبك Quebec. أنت لاتزال شمال خط الأشجار، لكن إذا واصلت المسير لنحو 250 ميلا أخرى، فإنك ستصل إلى حدود الغابة الشمالية forest boreal. والغابة الشمالية في كندا ضخمة، فهي تمتد على مساحة تصل إلى نحو مليار فدان وتمثل نحو ربع كل الغابات السليمة التي لاتزال موجودة على كوكب الأرض. لكن التنوع في الغابة الشمالية منخفض. فعلى مساحة المليار فدان الموجودة في كندا، لن تجد سوى نحو عشرين نوعا من الأشجار بما في ذلك شجرة الراتينغية السوداء black spruce، والبتولا الغرّاء white birch والتنوب البلسمي balsam fir.

وبمجرد دخولك الولايات المتحدة، سيبدأ تنوع الأشجار بالتزايد شيئا فشيئا. وفي فيرمونت ستلتقي بالغابات الشرقية النفضية Eastern Deciduous Forest التي كانت يوما ما تغطي نصف مساحة البلاد تقريبا. لكن اليوم لم يتبقَّ منها سوى بقع متفرقة، ومعظمها من الأشجار التي نمت بعد قطع الغابة البكر. ويوجد في فيرمونت نحو خمسين نوعا من الأشجار المحلية. وفي ماساتشوستس نحو خمسة وخمسين نوعا[2]، وفي كارولاينا الشمالية (والتي تبعد قليلا إلى الغرب عن مسارك) هناك أكثر من مائتي نوع. وعلى الرغم من أن خط طول ثلاثة وسبعين لا يمر بوسط أمريكا على الإطلاق، فإنه يجدر التنويه إلى أن بيليز Belize الصغيرة جدا التي لا تزيد مساحتها على ولاية نيوجرسي يوجد فيها نحو سبعمائة نوع من الأشجار المحلية.

يعبر خط طول ثلاثة وسبعين خط الاستواء في كولومبيا ثم يخترق أجزاء من فنزويلا وبيرو والبرازيل قبل الدخول ثانية إلى بيرو. وعند خط عرض ثلاث عشرة درجة جنوبا تقريبا، يمر خط الطول هذا إلى الغرب من قطاعات سيلمان المشجرة. وفي هذه القطاعات، التي تعادل مساحتها الكلية مساحة متنزه فورتترايون Fort Tryon بمانهاتن تقريبا، يصبح التنوع مذهلا. لقد أُحْصي ألف وخمسة وثلاثون نوعا من الأشجار هناك، وهذا يفوق مجموع الأنواع المتوافرة في الغابة الشمالية بكندا بنحو خمسين ضعفا.

وما ينطبق على الأشجار ينطبق أيضا على الطيور وعلى الفراشات والضفادع والفطريات وأي مجموعات أخرى قد تخطر في بالك (علما أنه لا ينطبق على حشرة المنّ وهذا أمر مثير للاهتمام إلى حد كبير)[3]. وبصورة عامة، يُعتبر تنوع الحياة أكثر فقرا عند القطبين وأكثر غنى عند المناطق القريبة من خط الاستواء. ويشار إلى هذا النمط في الأدبيات العلمية «تدرج التنوع وفق خطوط العرض» latitudinal diversity gradient أو LDG، وقد أشار إليها من قبل العالم الطبيعي الألماني ألكسندر فون هومبولت Alexander von Humboldt، الذي دُهش من روعة بيولوجيا المناطق الاستوائية، والتي تقدم «مشهدا متنوعا كتنوع القوس اللازوردي في السماوات»[4].

كتب هومبولت بعد عودته من أمريكا الجنوبية في العام 1804: «والسجادة الخضراء التي تنشرها النباتات الوفيرة على سطح الأرض لا تُنسج بالتساوي في كل الأجزاء. فالنمو العضوي ووفرة الحيوية تزداد تدريجيا من القطبين في اتجاه خط الاستواء»[5]. وبعد مرور أكثر من قرنين لايزال غير معروف سبب هذه الحالة، مع أنه طُرح أكثر من ثلاثين نظرية لتفسير هذه الظاهرة.

تعتبر إحدى النظريات أن سبب وجود أنواع أكثر في المناطق الاستوائية يعود إلى أن ساعة التطور هناك تدق بشكل أسرع[6]. ومثلما يستطيع المزارعون إنتاج محاصيل أكثر في السنة في المناطق القريبة من خط الاستواء، فإن الكائنات يمكنها إنتاج أجيال أكثر. وكلما زاد عدد الأجيال، ازدادت احتمالات حدوث طفرات وراثية. وكلما ازداد احتمال حدوث طفرات ازدادت أرجحية بزوغ أنواع جديدة. (وهناك نظرية مختلفة بعض الشيء لكنها مرتبطة بها تقول إن ارتفاع درجات حرارة بحد ذاته يؤدي إلى ارتفاع معدل الطفرات).

وثمة نظرية ثانية تقول إن سبب وجود عدد أكبر من الأنواع في المناطق الاستوائية يعود إلى أن الأنواع الاستوائية حساسة. وفقا لهذا النمط من الاستدلال، فإن المهم بالنسبة إلى المناطق الاستوائية هو أن درجات الحرارة فيها مستقرة نسبيا. وعليه فإن قدرة الكائنات الاستوائية على تحمل التفاوت في درجات الحرارة تكون عادة محدودة نسبيا، وحتى الاختلافات المناخية الطفيفة الناتجة، مثلا، عن التلال أو الوديان يمكن أن تشكل تحديات لا يمكن التغلب عليها (هناك بحث

مشهور بشأن هذا الموضوع عنوانه «لماذا تكون ممرات الجبال أعلى في المناطق الاستوائية؟»)[7]. وهكذا تصبح تجمعات الكائنات أكثر قابلية للعزلة، ما يؤدي إلى ظهور أنواع جديدة.

وهناك نظرية أخرى تتمحور حول التاريخ. ووفقا لهذه النظرية، فإن الحقيقة الأبرز فيما يتعلق بالمناطق الاستوائية هي أنها قديمة. ثمة نسخة شبيهة بغابات الأمازون المطيرة كانت موجودة منذ ملايين السنين، أي منذ حتى قبل ظهور أي من غابات الأمازون. وهكذا في المناطق الاستوائية، كان هناك ما يكفي من الوقت للتنوع كي يتراكم إن صح التعبير. في المقابل، ومنذ فترة لا تزيد على نحو عشرين ألف سنة، كانت كل كندا مغطاة بجليد تصل سماكته إلى ميل. وكذلك كانت الحال في جزء كبير من نيو إنغلاند، ما يعني أن كل نوع من الأشجار الموجودة الآن في نوفا سكوشا Nova Scotia أو أونتاريو أو فيرمونت أو نيو هامبشاير هو عبارة عن نوع مهاجر وصل (أو عاد) في غضون عدة آلاف من السنين الماضية فقط. وأول من اقترح نظرية أن التنوع تابع للزمن هو ألفريد راسل والاس Alfred Russel Wallace، الذي كان منافسا لداروين، أو بالأحرى مشاركا له في اكتشافاته، حيث قال إن «التطور حظي بفرصة معقولة»[8] في المناطق الاستوائية، أما في المناطق الجليدية «فقد ألقي في طريقه عدد لا يحصى من الصعوبات».

وفي صباح اليوم التالي، زحفنا جميعا خارجين من أكياس النوم مبكرا لنشاهد شروق الشمس. وبين عشية وضحاها توالت السحب من حوض الأمازون وراقبناها من أعلى كيف تحولت في أول الأمر إلى وردية اللون ثم إلى لون برتقالي متوهج. وفي الفجر البارد نسبيا حملنا معدّاتنا واتجهنا نحو ممر المشاة. وبمجرد نزولنا إلى الغابة المغطاة بالسحب قال لي سيلمان «انتقِ ورقة شجر ذات شكل مثير للاهتمام. ستُرى لمسافة بضع مئات من الأمتار ثم ستختفي تماما. هذا هو المقصود بالمدى الكلي للشجرة».

كان سيلمان يحمل منجلا طوله قدمان، كان يستخدمه لتقطيع الشجيرات الصغيرة، وبين حين وآخر كان يلوِّح به في الهواء للإشارة إلى أي شيء ذي أهمية، مثل عسلوج من الأوركيد الأبيض الصغير الذي يحمل زهورا لا تزيد في الحجم على حبة الأرز، ونبتة من عائلة التوت البري تحمل ثمارا ذات لون أحمر زاهٍ،

وشجيرة طفيلية تحمل زهورا ذات لون برتقالي متألق. وأعطاني أحد طلاب سيلمان للدراسات العليا، ويدعى وليم فارفان ريوس William Farfan Rios، ورقة نبات في حجم طبق الأكل.

وقال «هذا نوع جديد». وعلى طول ممر المشاة وجد سيلمان وتلاميذه ثلاثين نوعا من الأشجار الجديدة بالنسبة إلى العلم. (وهذه المجموعة من الاكتشافات وحدها تمثل نصف عدد الأنواع الموجودة في الغابة الشمالية بكندا). ويعتقدون أن هناك ثلاثمائة نوع أخرى جديدة ولكن لم تُصنف رسميا حتى الآن. وما هو أكثر من ذلك لقد اكتشفوا جنسا جديدا كلية.

قال سيلمان: «وهذا لا يعادل العثور على نوع آخر من «البلوط» oak أو نوع آخر من شجر «القارية» hickory. بل يعادل العثور على «البلوط» أو «القارية». أرسلت أوراق شجر هذا الجنس إلى اختصاصي بجامعة كاليفورنيا الكائنة بمدينة ديفيس Davis، لكنه، لسوء الحظ، توفي قبل أن يتمكن من تحديد مكان الغصن الجديد على شجرة التصنيف.

وعلى الرغم من أننا كنا في فصل الشتاء على جبال الأنديز حيث بلغ موسم الجفاف أوجه، فإن ممر المشاة كان موحلا وزلقا. وقد تسبب بحفر قناة عميقة في جانب الجبل، حتى أننا وأثناء سيرنا كانت الأرض عند مستوى العين. وفي عدة أماكن كانت الأشجار قد نمت فوق القناة، ما جعلها تتحول إلى نفق. وأول نفق وصلنا إليه كان مظلما وشديد الرطوبة وتتدلى منه جذور صغيرة، في حين كانت الأنفاق الأخرى أطول وأشد ظلمة، وحتى في منتصف النهار تطلب الأمر استخدام كشافات لنتمكن من التنقل. شعرت في أحيان كثيرة كأني دخلت في قصة خيالية شديدة الكآبة.

عبرنا القطعة الرقم 1، التي تقع على ارتفاع 11320 قدما، لكننا لم نتوقف هناك. وعندما وصلنا إلى القطعة الرقم 2، التي تقع على ارتفاع 10500 قدم، وجدنا أنها نُظفت أخيرا بفعل انهيار أرضي، وقد أسعد ذلك سيلمان لأنه كان لديه فضول لرؤية أي نوع من الأشجار سيعيد استعمارها.

وكلما هبطنا أكثر، كانت الغابة تصبح أكثر كثافة. لم تكن الأشجار مجرد أشجار بل كانت أشبه بحدائق نباتية، مغطاة بالسرخس والأوركيد والبروميلية bromeliads وتتدلى فوقها نباتات معترشة. كان الغطاء النباتي في بعض الأماكن سميكا لدرجة أن

طبقات من التربة تشكلت فوق سطح الأرض وبزغت منها نباتات خاصة بها – على شكل غابات في الهواء. ومع استيلاء النباتات على كل بقعة متاحة يتسلل إليها الضوء وعلى كل مكان فارغ تقريبا، كان واضحا أن التنافس على الموارد كان عنيفا، وبدا أمرا شبه ممكن أن نتمكن من مشاهدة الانتقاء الطبيعي في أثناء حدوثه، «يوما بيوم وساعة بساعة»، وأن نتفحص «كل تغير مهما كان طفيفا». (وبشأن سبب هذا التنوع الشديد في المناطق الاستوائية، هناك نظرية أخرى تقول إن تزايد التنافس قد دفع الأنواع لكي تصبح أكثر تخصصا، وأنه أصبح في إمكان مزيد من الأنواع المتخصصة أن تتعايش في الحيز نفسه من المكان). أستطيع سماع الطيور تنادي، لكنني قلما ألمحها؛ كان من الصعب رؤية الحيوانات بسبب كثافة الأشجار.

وفي مكان ما حول القطاع المشجر الرقم 3، والذي يقع على ارتفاع 9680 قدما، أخرج سيلمان حقيبة التسوق المملوءة بأوراق الكوكا. كان سيلمان وتلاميذه يحملون ما بدا لي أنه كمية هائلة من الأشياء الثقيلة: كيس من التفاح وكيس برتقال وكتاب عن الطيور من سبعمائة صفحة وكتاب عن النباتات من تسعمائة صفحة وآي باد وزجاجات مملوءة بالبنزين وعلبة طلاء وقرص جبن وزجاجة من الروم (شراب



الشكل رقم (27): المشهد من القطاع المشجر الرقم 4

مسكر). أخبرني سيلمان أن الكوكا تجعلك تشعر بأن الحمل الثقيل قد أصبح أخف. كما أنها تمنع الشعور بالجوع، وتخفف الآلام والأوجاع وتساعد في التغلب على داء المرتفعات. وقد كلفوني بحمل أشياء بسيطة إلى جانب معداتي؛ مع ذلك، فإن أي شيء من شأنه أن يخفف من وزن حقيبتي كان يستحق المحاولة. أخذت حفنة من أوراق الكوكا ومقدار رشّة من صودا الخبز (إذ إن صودا الخبز، أو أي مادة قلوية أخرى، يُعتبر ضروريا كي يصبح للكوكا تأثير دوائي). كانت الأوراق جلدية النسيج ومذاقها يشبه مذاق أوراق كتاب قديم. وسرعان ما أصبحت شفتاي فاقدتي الحس وبدأت آلامي وأوجاعي تتلاشى. وبعد ساعة أو ساعتين عدت لأخذ مزيد. (ولطالما اشتهيتُ بعد تلك اللحظة أن أحصل على حقيبة التسوق تلك).

وفي ساعة مبكرة من بعد الظهر، وصلنا إلى فسحة خالية من الشجر صغيرة الحجم ورطبة، حيث أخبروني بأننا سنقضي الليلة فيها. كان المكان يقع عند حدود القطاع المشجر الرقم 4 على ارتفاع 8860 قدما. وكثيرا ما أقام سيلمان وتلاميذه معسكرا فيه حيث كانوا يمكثون فيه أحيانا لمدة أسابيع متواصلة. كان المكان يعج بنبات البروميلية المقضوم والمسوًّى بالأرض. وتعرف سيلمان إلى تلك الآثار على أنها من أفعال الدب أبو نظارة spectacled bear. والدب أبو نظارة، الذي يعرف أيضا بدب الأنديز، هو آخر أنواع الدببة المتبقية في أمريكا الجنوبية. وهو أسود أو بني داكن ويوجد حول عينيه لون بيج (بني فاتح) ويعيش على النباتات بشكل رئيسي. لم أكن أدري أن هناك دببة تعيش في الأنديز؛ ولم أستطع التوقف عن التفكير في الدب بادنغتون Paddington، الذي وصل إلى لندن من «أكثر بقاع بيرو عمقا وأشدها ظلمة».

كان كل قطاع من قطاعات سيلمان المشجرة والبالغ عددها سبعة عشر قطاعا تصل مساحته إلى فدانين ونصف الفدان، وكان ترتيب هذه القطاعات على طول سلسلة الهضاب أشبه بترتيب الأزرار على المعطف. فهي تبدأ من أعلى قمة في السلسلة نزولا حتى حوض نهر الأمازون، الذي يقع عند مستوى سطح البحر تقريبا. وفي تلك القطاعات وضع أحدهم - إما سيلمان وإما أحد تلاميذه في الدراسات العليا - تعريفا على كل شجرة يزيد قطرها على أربع بوصات. وقد جرى قياس تلك الأشجار وتحديد نوعها وإعطاؤها أرقاما. فالقطاع الرقم 4 كان يوجد فيه 777 شجرة يزيد

قطرها على أربع بوصات، وهي تنتمي إلى ستين نوعا مختلفا. كان سيلمان وتلاميذه يستعدون لإجراء إعادة إحصاء في تلك القطاعات، وهو مشروع كان يُتوقع أن يستغرق عدة أشهر. فكل الأشجار التي لُصقت بطاقة تعريف عليها سيُعاد قياسها، وأي شجرة ظهرت أو ماتت منذ الإحصاء الأخير ستُضاف إلى المجموع أو تُطرح منه. كانت هناك نقاشات مضنية ومطولة أُجري جزء منها باللغة الإنجليزية وجزء آخر بالإسبانية بشأن كيف يجب أن تجري بالضبط عملية إعادة الإحصاء تلك. وكان أحد النقاشات القليلة التي استطعتُ تتبعها يتمحور حول عدم التناسق. فجذع الشجرة ليس دائريا تماما، ولذلك فإنه كلما اختلفت طريقة توجيه الفرجار(*) عند القياس، كان سينتج لدينا قطر مختلف. فتقرر في النهاية أن يُوجه الفرجار عبر جعل فكه الثابت مرتكزا على نقطة طُليت باللون الأحمر على كل شجرة.

وبسبب اختلاف الارتفاعات، فإن كل قطاع من قطاعات سيلمان المشجرة يتمتع بمتوسط درجة حرارة سنوي مختلف. على سبيل المثال في القطاع الرقم 4 متوسط درجة الحرارة ثلاث وخمسون درجة (فهرنهايت). وفي القطاع الرقم 3 الذي



الشكل رقم (28): في القطاعات المشجرة لُصقت بطاقة تعريف على كل شجرة يزيد قطرها على أربع بوصات

(*) آلة لقياس أقطار الأجسام. [المترجمان].

يرتفع عن القطاع الرابع بنحو ثمانمائة قدم، يصل هذا المعدل إلى واحد وخمسين. وفي القطاع الخامس الذي ينخفض عن الرابع بنحو ثمانمائة قدم، يبلغ المعدل ستا وخمسين درجة. وحيث إن الأنواع الاستوائية تتمتع عادة بقدرة تحمل محدودة للتفاوت الحراري، فإن هذا الاختلاف في درجة الحرارة يؤدي إلى ارتفاع معدل التقلب، فالأشجار الموجودة بوفرة في أحد القطاعات قد تكون غير موجودة على الإطلاق في القطاع المجاور لها سواء الأعلى منها أو الأخفض منها.

وقال لي سيلمان: «بعض الأشجار السائدة تتمتع بأضيق مجال ارتفاعي. وهذا يشير إلى أن الشيء الذي يجعلها منافسا جيدا بهذا الشكل في هذا المجال، هو الشيء الذي يجعلها تفقد تلك الجودة خارجه». فمثلا 90 في المائة من أنواع الأشجار الموجودة في القطاع المشجر الرقم 4 تختلف عن تلك الأنواع الموجودة في القطاع الرقم 1 الذي لا يرتفع عنها سوى ألفين وخمسمائة قدم.

وضع سيلمان أول تصميم لتلك القطاعات في العام 2003. وكانت فكرته تتمثل في مواصلة العودة إليها، سنة بعد سنة وعقدا تلو آخر، ليرى ما يحدث. كيف ستستجيب الأشجار للتغير المناخي؟ أحد الاحتمالات - الذي يمكن أن نطلق عليه سيناريو بيرنام وود Birnam Wood scenario - كان يتمثل في أن الأشجار في كل منطقة ستبدأ في التحرك إلى أعلى. بالطبع لا تستطيع الأشجار أن تتحرك، لكن يمكنها القيام بأفضل خطوة تالية، وهي نشر بذورها التي قد تنمو لتصبح أشجارا جديدة. ووفقا لهذا السيناريو، فإن الأنواع الموجودة في القطاع 4 ستبدأ مع احترار المناخ في الظهور في الأماكن الأعلى، أي في القطاع 3، في حين ستظهر أشجار القطاع 3 في القطاع 2 وهكذا. أكمل سيلمان وتلاميذه إعادة الإحصاء في 2007. اعتبر سيلمان أن هذا الجهد يشكل جزءا من مشروعه على المدى البعيد. ولم يكن يتصور أن كثيرا من الأشياء المثيرة يمكن أن تحدث خلال أربع سنوات فقط. لكن أحد باحثي ما بعد الدكتوراه، وهو كينيث فيلي Kenneth Feeley، أصر على غربلة كل البيانات على أي حال. وكشف العمل الذي قام به فيلي أن الغابة كانت بالفعل في حالة من الحركة على نحو قابل للقياس.

هناك عدة طرق لحساب معدلات الهجرة؛ على سبيل المثال، إما عن طريق عد الأشجار، وإما عن طريق قياس كتلتها. صنّف فيلي الأشجار وفق جنسها. وبشكل

تقريبي، وجد فيلي أن الاحتباس الحراري كان يدفع الأجناس كحد متوسط نحو أعلى الجبل بمعدل ثماني أقدام في العام. لكنه وجد كذلك أن هذا المتوسط قد حجب تشكيلة مذهلة من الاستجابات. فقد كانت الأشجار المختلفة تتصرف بطرق شديدة الاختلاف، وذلك مثل تجمعات التلاميذ خلال الفرصة.

خذ مثلا، الأشجار التي تنتمي إلى جنس الشيفليرا Schefflera[9]، والتي بدورها تنتمي إلى عائلة الجنسنغ ginseng. فهذه الأشجار تمتلك أوراقا مركبة شبيهة براحة الكف، وهي تتجمع حول نقطة مركزية بطريقة ترتيب الأصابع نفسها في راحة اليد. (وكثيرا ما يُزرع أحد الأنواع الذي ينتمي إلى هذه المجموعة، وهي «شيفليرا أربوريكولا» Schefflera arboricola من تايوان، كنبتة منزلية، وهي تُعرف بالاسم الشائع «شجرة المظلة القزم» dwarf umbrella tree). وقد وجد فيلي أن الأشجار التي تنتمي إلى جنس الشيفليرا تتمتع عمليا بنشاط مفرط، فهي تتسلق السلسلة الجبلية بمعدل مذهل يقترب من مائة قدم في السنة.

وعلى الطرف المقابل، هناك الأشجار التي تنتمي إلى جنس البهشية أو الإيلكس Ilex. ولهذه الأشجار أوراق متعاقبة تتميز عادة بلمعانها وبأطرافها المسننة أو الشوكية (يشمل هذا الجنس إيلكس أكويفوليوم Ilex aquifolium، التي تُعتبر أوروبا موطنها الأصلي والتي تُعرف لدى الأمريكيين ببهشية عيد الميلاد Christmas holly). كانت الأشجار التي تنتمي إلى جنس البهشية أشبه بتلاميذ المدارس الذين يمضون الفرصة بين الحصص ممددين على المقاعد. وبينما تنطلق الشيفليرا مسرعة نحو الأعلى، نجد أن البهشية تبقى هامدة في مكانها تقريبا.

وأي نوع (أو مجموعة من الأنواع) لا يستطيع الصمود أمام بعض التباين في درجات الحرارة، يجب ألا نكون معنيين بمصيره الآن، وذلك لأنه لم يعد موجودا. ودرجة الحرارة على سطح الأرض تتذبذب في كل مكان. وهي تتذبذب من النهار إلى الليل، ومن موسم إلى آخر. وحتى في المناطق الاستوائية، حيث الفرق بين الشتاء والصيف ضئيل للغاية، يمكن لدرجات الحرارة أن تتغير بشكل ملحوظ بين موسم المطر وموسم الجفاف. وقد طورت الكائنات مختلف أنواع الوسائل للتعامل مع هذه التغيرات، فهي تلجأ إلى السبات الشتوي أو السبات الصيفي أو إلى الهجرة. وهي تبدد الحرارة عبر اللهاث أو تحافظ عليها بتنمية أغطية سميكة من الفراء.

ويدفئ نحل العسل نفسه عبر جعل عضلاته تنكمش داخل صدره. أما طائر اللقلق الغياض wood stork فيبرد درجة حرارته عبر التبرز على ساقيه (في الطقس الحار جدا قد يتبرز طائر اللقلق على ساقيه مرة كل دقيقة تقريبا).

وعلى مدى عمر أي نوع، الذي يُقدَّر بحدود مليون سنة، تلعب التغيرات في درجة الحرارة على المدى الطويل – أي التغيرات المناخية - دورا مهما. وفي خلال الأربعين مليون سنة الأخيرة تقريبا، كانت الأرض تمر بمرحلة التبريد على وجه العموم. وغير مفهوم تماما سبب حدوث ذلك، لكن إحدى النظريات تقترح أن ارتفاع القشرة الأرضية عند جبال الهيمالايا كشف مساحات شاسعة من الصخور للتجوية الكيميائية chemical weathering، وأدى ذلك بدوره إلى سحب ثاني أكسيد الكربون من الغلاف الجوي. وفي بداية مرحلة التبريد الطويلة هذه، وذلك في أواخر عصر الإيوسين (الفجري) كان العالم دافئا جدا لدرجة أنه لم يكن هناك أي جليد تقريبا على الكوكب. ومنذ نحو خمسة وثلاثين مليون سنة انخفضت درجات الحرارة عالميا بما فيه الكفاية لتبدأ الأنهار الجليدية بالتشكل في القطب الجنوبي. ومنذ ثلاثة ملايين سنة انخفضت درجات الحرارة إلى الحد الذي أدى إلى تجمد القطب الشمالي كذلك، وتشكلت قلنسوة جليدية دائمة. ثم منذ نحو مليوني سنة ونصف المليون، في بداية عصر البلايستوسين (أي العصر الحديث الأقرب) دخل العالم مرحلة العصور الجليدية المتكررة. وقد اندفعت ألواح هائلة من الجليد عبر نصف الكرة الشمالي، ولم تنصهر إلا بعد بضع مئات الألوف من السنوات.

وحتى بعد قبول فكرة العصور الجليدية بصورة عامة- وأول من اقترحها في ثلاثينيات القرن التاسع عشر كان لويس أغاسيز Louis Agassiz، واحد ممن كان يرعاهم كوفييه - لم يستطع أحد أن يفسر كيف تحدث هذه العملية المدهشة. في العام 1898 قال واليس «لقد بذل بعض أعظم وأذكى جهابذة عصرنا كل ما يملكونه من عبقرية» لإيجاد تفسير لتلك المشكلة، لكن حتى الآن «ذهب كل ذلك سدى»[10]. وسيحتاج الأمر إلى فترة إضافية تمتد إلى ثلاثة أرباع القرن للإجابة عن هذا السؤال. ويعتقد الآن بصورة عامة أن العصور الجليدية قد بدأت بسبب حدوث تغيرات صغيرة في مدار الأرض نتجت عن عدة أشياء من بينها قوة السحب التجاذبي للمشترى وزحل. وهذه التغيرات تؤدي إلى تغير توزيع ضوء الشمس عبر

خطوط العرض المختلفة في أوقات مختلفة من السنة. فعندما تصل كمية الضوء الساقطة على أقصى خطوط العرض الشمالية إلى الحد الأدنى تبدأ الثلوج في التراكم. ويسبب ذلك بدء دورة تغذية راجعة تسبب هبوط مستويات ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي. وتهبط درجات الحرارة ما يؤدي إلى زيادة تراكم الجليد، وهكذا تتوالى تلك العملية. وبعد فترة تدخل دورة المدار طورا جديدا، وتبدأ حلقة تغذية راجعة تأخذ مجراها في الاتجاه العكسي. يبدأ الجليد في الانصهار، وترتفع مستويات ثاني أكسيد الكربون عالميا، ويزداد انصهار الجليد أكثر.

وخلال البلايستوسين تكرر نسق التجمد والانصهار هذا نحو عشرين مرة، ما خلف آثارا أدت إلى تغيير العالم. كانت كمية المياه التي تتحول إلى جليد في أثناء كل حادث جليدي كبيرة لدرجة أن مستويات البحار انخفضت بنحو ثلاثمائة قدم. وكان الوزن الكبير لألواح الجليد كافيا للضغط على القشرة الأرضية، ودفعها نحو الداخل. (ففي أماكن مثل شمال بريطانيا والسويد، لاتزال عملية ارتداد القشرة الأرضية منذ آخر عصر جليدي جارية).

كيف تعاملت نباتات وحيوانات عصر البلايستوسين مع هذه التأرجحات في درجة الحرارة؟ وفقا لداروين فعلت ذلك عن طريق الانتقال. وفي كتابه «أصل الأنواع» يتحدث عن هجرات هائلة على مستوى القارات، حيث يقول:

وعندما جاءت البرودة وأصبحت كل منطقة جنوبية (جنوب القطب الشمالي) ملائمة لكائنات القطب الشمالي وغير ملائمة لقاطنيها السابقين المعتادين على مناخ أكثر اعتدالا، اجْتُثت هذه الفئة الأخيرة وحلت محلها كائنات القطب الشمالي[11]. ومع عودة الدفء، تنسحب الأشكال التي أنتجها القطب الشمالي نحو الشمال وتحل محلها في أثناء انسحابها الكائناتُ التي أنتجتها المناطق الأكثر اعتدالا.

ومنذ ذلك الوقت تأكدت رواية داروين عبر مختلف أنواع الآثار المادية. فقد وجد الباحثون الذين درسوا أغلفة الخنافس القديمة، مثلا، أنه خلال العصور الجليدية حتى الحشرات الصغيرة جدا كانت تهاجر آلاف الأميال لتعقب المناخ (ومثالا على ذلك، لدينا تاكينوس كايلاتوس Tachinus caelatus، وهي خنفساء صغيرة، لونها بني غامق، تعيش هذه الأيام على الجبال في غرب أولان باتور بمنغوليا. ولكنها خلال العصر الجليدي الأخير كانت شائعة في إنجلترا).

والتغير المتوقع في درجة الحرارة للقرن المقبل سيكون مساويا تقريبا من حيث قوته للتأرجحات التي شهدتها درجات الحرارة إبان العصور الجليدية (ففي حال استمرت معدلات الانبعاث الحالية نفسها، من المتوقع أن ترتفع درجة حرارة الأنديز بنحو تسع درجات)[12]. لكن إذا كان مقدار التغير مماثلا، فالمعدل لن يكون كذلك، ومرة أخرى، المعدل هو الأساس. فارتفاع درجات الحرارة الذي يحدث هذه الأيام هو أسرع بعشرة أضعاف على الأقل من المعدل الذي حدث فيه في نهاية العصر الجليدي الأخير وحتى في نهاية كل العصور الجليدية التي سبقته. ولمجاراة هذا الأمر، سيتعين على الكائنات إما أن تهاجر وإما أن تتكيف، بمعدل أسرع من السابق بعشرة أضعاف على الأقل. وفي قطاعات سيلمان المشجرة، كانت الأشجار الأكثر رسوخا أو الأسرع حركة، مثل جنس شيفليرا ذي النشاط الزائد، هي فقط القادرة على مجاراة ارتفاع درجة الحرارة. لكن لايزال السؤال مطروحا حول العدد الإجمالي الذي سيكون قادرا على التحرك بالسرعة الكافية، ومع ذلك، وكما أشار لي سيلمان، من المحتمل أن نعرف الجواب في العقود المقبلة سواء أردنا ذلك أو لم نرد.

يقع متنزه مانو الوطني، الذي أنشأ فيه سيلمان قطاعاته المشجرة، في الركن الجنوبي الشرقي من بيرو بالقرب من الحدود مع بوليفيا والبرازيل، ويمتد على مساحة نحو ستة آلاف ميل مربع. ووفقا لبرنامج البيئة التابع للأمم المتحدة، ربما يعتبر مانو «أكثر منطقة محمية ومتنوعة بيولوجيا في العالم». وهناك العديد من الأنواع التي لا يمكن أن توجد إلا في ذلك المتنزه والمناطق المحيطة به مباشرة، بما في ذلك السرخس الشجري، وسياثيا مالتيسغمينتا multisegmenta Cyathea، وطائر يعرف بصائد الذباب أبيض الخدين white-cheeked tody flycatcher، وقارض يدعى جرذ باربارا براون ذو الذيل الشبيه بالفرشاةBarbara Brown's brush-tailed rat، وضفدع أسود صغير معروف فقط بالاسم اللاتيني رنيلا مانو Rhinella manu.

في أول ليلة قضيناها على ممر المشاة، أصر أحد تلاميذ سيلمان، ويدعى رودي كروز Rudi Cruz، على أن نذهب جميعا للبحث عن ضفدع رينيلا مانو. وقد رأى عديد من تلك الضفادع في زيارة سابقة للموقع، وكان متأكدا أنه سيجدها ثانية إذا حاولنا. كنت قد قرأت أخيرا مقالا حول انتشار فطر التشيتريد في بيرو[13]

- ووفقا لما قاله المؤلفون فقد وصل الفطر بالفعل إلى مانو - لكني قررت ألا أذكر ذلك. إذ ربما كان لايزال ضفدع رينيلا مانو موجودا هناك، وفي هذه الحالة، كنت بالتأكيد أريد أن أراه.

ربطنا المصابيح حول رؤوسنا وانطلقنا في الممر، مثل طابور عمال مناجم الفحم في طريقهم إلى نفق المنجم. أصبحت الغابات في الليل متشابكة السواد يصعب اختراقها. قاد كروز المجموعة، مسلطا مصباحه على جذوع الشجر ومحدقا النظر في نبات البروميلية. وحذا حذوه بقية أفراد المجموعة. استمر ذلك نحو ساعة ولم يظهر إلا قليل من الضفادع التي تميل إلى اللون البني، والتي تنتمي إلى جنس بريستيمانتيس Pristimantis. وبعد فترة، بدأ أفراد الفريق يشعرون بالملل وينسحبون عائدين إلى المعسكر. رفض كروز الاستسلام، ربما كان يعتقد أننا كنا نحن سبب المشكلة، فذهب في الاتجاه المضاد من المسار. وبين لحظة وأخرى كان يناديه شخص ما عبر الظلام ليسأله «هل رأيت أي شيء؟»، وكان جوابه المتكرر: «نادا» Nada، أي لا شيء بالإسبانية.

وفي اليوم التالي، وبعد مزيد من المناقشات الغامضة عن مقاييس الأشجار، حزمنا أمتعتنا وواصلنا السير نحو أسفل سلسلة الجبال. وفي أثناء رحلة قام بها لإحضار الماء، وجد سيلمان غصنا يحمل ثمارا بيضاء يتخللها ما يبدو كأنه شرائط ذات لون أرجواني ناصع. وتعرف سيلمان على ذلك الترتيب باعتباره يمثل تفتح الزهور في شجرة من الفصيلة الكرنبية Brassicaceae، أو الخردلية؛ لكنه قال إنه لم يرَ أي شيء مثل هذا من قبل، الأمر الذي جعله يعتقد أنه قد يمثل نوعا جديدا آخر. وُضِع بين أوراق جريدة تمهيدا لنقله إلى أسفل الجبل. وفكرة أن أكون موجودة لحظة اكتشاف نوع جديد، حتى لو أنني لم أسهم مطلقا بأي شيء، غمرتني بنوع غريب من الشعور بالفخر.

وعندما عدنا إلى الممشى، أخذ سيلمان يزيل النباتات الشائكة بمنجله، ويتوقف بين لحظة وأخرى ليشير إلى نبتة غريبة، مثل الشجيرة التي تسرق الماء من جيرانها عبر مد جذورها التي تشبه الإبر. ويتكلم سيلمان عن النباتات كما يتحدث الناس الآخرون عن نجوم السينما. وقد وصف لي إحدى الأشجار على أن «لها كاريزما»، في حين كانت أوصافه للأشجار الأخرى تتراوح بين «مرحة» و«مجنونة» و«أنيقة» و«ذكية» و«مدهشة».

وفي وقت ما في منتصف فترة ما بعد الظهر، بدأنا نصعد هضبة تطل على وادٍ يؤدي إلى السلسلة الجبلية التالية. وعلى تلك السلسلة كانت الأشجار تهتز. كان ذلك دليلا على أن هناك قردة صاخبة تشق طريقها عبر الغابة. توقف الجميع لإلقاء نظرة عليها. وفي أثناء تنقلها بين أغصان الأشجار كانت تحدث صوت زقزقة تشبه أنين الجدجد. أخرج سيلمان حقيبة التسوق ومررها على الجميع.

وبعد فترة قصيرة وصلنا إلى القطاع الرقم 6، الذي يقع على ارتفاع 7308 أقدام، والذي عُثر فيه على شجرة تنتمي إلى جنس جديد. أشار سيلمان بمنجله إليها. بدت الشجرة عادية تماما، لكنني حاولت رؤيتها من خلال عينيه. كانت أطول من معظم الأشجار المجاورة لها - ويمكن وصفها بأنها «فخمة» أو «تتمتع بهيبة التمثال» - حيث كان لحاؤها أملس وضاربا إلى الحمرة، في حين كانت أوراقها بسيطة ومتعاقبة. وهي تنتمي إلى العائلة اللبنية Euphorbiaceae أو إلى عائلة الفربيون spurge التى تنتمي إليها أيضا نبتة البونسيتة poinsettia. كان سيلمان تواقا لمعرفة كل شاردة وواردة عن تلك الشجرة، بحيث عندما يعثر على اختصاصي تصنيف ليحل مكان الاختصاصي الذي تُوفي، سيكون في استطاعته أن يرسل إليه كل المواد اللازمة. ذهب سيلمان وفارفان ليريا ما الذي يستطيعان عمله. ثم عادا ومعهما بعض حويصلات البذور، التي كانت سميكة وقاسية مثل قشور البندق، لكنها تتمتع بشكل دقيق، مثل الزنابق المزهرة. كان لون الحويصلات بنيا داكنا من الخارج ومن الداخل في لون الرمل.

في ذلك المساء، غربت الشمس قبل وصولنا إلى القطاع الرقم 8، حيث كنا سنقيم معسكرنا. واصلنا المسيرة خلال الظلام، ثم نصبنا خيامنا وأعددنا طعام العشاء في الظلام كذلك. وفي نحو الساعة 9 مساء زحفت إلى داخل كيس النوم الخاص بي، لكن بعد ساعات قليلة، استيقظت بسبب وجود ضوء. اعتقدتُ أن شخصا ما ذهب للتبول، فتقلبت في مضجعي وعدت إلى النوم. وفي الصباح، أخبرني سيلمان، أنه دُهش لكوني تمكنتُ من النوم وحولي كل تلك الضجة. تدافعت ست مجموعات من مزارعي الكوكا إلى موقع المعسكر خلال الليل (ففي بيرو، مع أن بيع الكوكا مصرح به قانونا، لكن من المفترض أن تتم كل المشتريات من خلال وكالة حكومية تعرف باسم ENACO، وهو تقييد يحاول المزارعون تفاديه بكل الطرق). وقد طرقت كل مجموعة على حدة باب

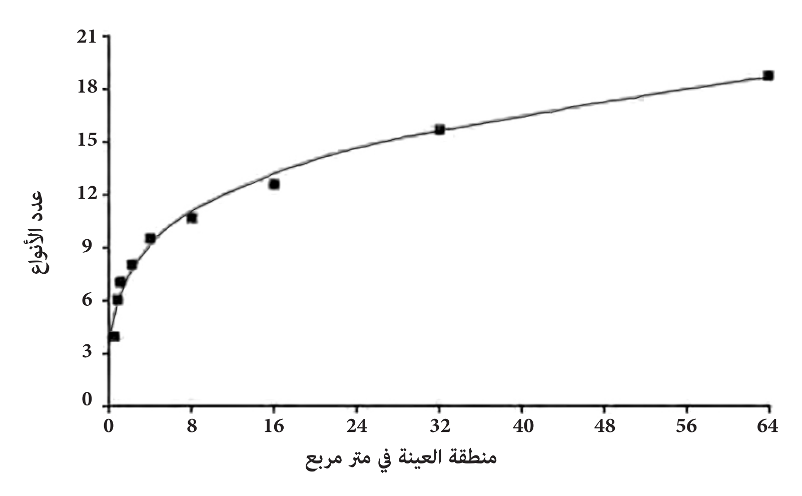
خيمته. وفي النهاية بلغ به الانزعاج حدا دفعه إلى الصراخ على مزارعي الكوكا، وهو الأمر الذي اعترف بأنه ربما لم يكن بالفكرة السديدة على الإطلاق.

في علم البيئة، من الصعب العثور على القوانين. وأحد تلك القوانين القليلة المقبولة عالميا هو «العلاقة بين النوع والمساحة» Species- area relationship، أو اختصارا SAR، والتي عُرفت أنها أقرب شيء في هذا المجال إلى الجدول الدوري. ففي صيغتها الأعم، تبدو العلاقة بين النوع والمساحة بسيطة إلى درجة أنها لا تحتاج إلى شرح تقريبا. فكلما كانت مساحة المنطقة التي تدرس عينات منها أكبر يزداد عدد الأنواع التي ستصادفها. وقد أُشير إلى هذا النمط منذ سبعينيات القرن الثامن عشر من قبل جوهان راينهولد فورستر Johann Reinhold Forster، عالم الطبيعة، الذي أبحر مع الكابتن كوك في رحلته الثانية، وهي الرحلة التي أعقبت الرحلة سيئة الحظ التي اصطدم فيها بالحيد المرجاني العظيم. وفي عشرينيات القرن العشرين، دوَّن عالم النبات السويدي أولوف أرهينيوس Olof Arrhenius هذا القانون على شكل رموز رياضية (ومن المصادفة أن يكون أولوف هو ابن الكيميائي سفانتي أرهينيوس Svante Arrhenius، الذي بيَّن في تسعينيات القرن التاسع عشر أن حرق الوقود الأحفوري سيؤدي إلى كوكب أكثر دفئا). وجرى تنقيحها وتوضيحها أكثر بواسطة إي. أو. ويلسون ورفيقه روبرت مكارثر Robert MacArthur في ستينيات القرن العشرين.

والعلاقة بين عدد الأنواع وحجم المساحة ليست خطية. بل هي على شكل منحنى يميل بطريقة يمكن التنبؤ بها. وعادة يُعبَّر عن هذه العلاقة من خلال المعادلة $S=cA^z$(*). حيث S هي عدد الأنواع، وA تمثل حجم المساحة، وc وz ثابتان يتغيران وفقا للمنطقة والمجموعة التصنيفية التي تُدرس (وعليه ليست في الواقع ثوابت بالمعنى المألوف لهذا المصطلح).

وتعتبر هذه العلاقة قانونا لأن النسبة تظل ثابتة بغض النظر عن تضاريس المنطقة. ويمكنك دراسة سلسلة من الجزر أو الغابات المطيرة أو أي متنزه عام قريب، وستجد أن عدد الأنواع يتغير وفقا لهذه المعادلة الثابتة نفسها $S=cA^z$.

(*) من المهم الإشارة إلى أن الثابت Z أقل دائما من 1 وعادة ما بين 0.20 و0.35.



الشكل رقم (29): مثال للعلاقة بين النوع والمساحة، مبينا شكل المنحنى

وفي حال كان الهدف هو دراسة الانقراض، فإن العلاقة بين النوع والمساحة تشكل عاملا مهما. وإحدى الطرق (وهي طريقة مبسطة بشكل لا يمكن إنكاره) لفهم ما يفعله البشر للعالم هي أننا في كل مكان نغير القيمة A. خذ، مثلا، مرجا كانت مساحته ذات يوم تصل إلى ألف ميل مربع. ولنقل إنه كان يقطن بهذا المرج مائة نوع من الطيور (أو الخنافس أو الأفاعي). وفي حال اقتُطِع نصف مساحة هذا المرج - وحُوِّل إلى أراضٍ زراعية أو مجمعات للتسوق – يُفترض أن يكون من الممكن حساب نسبة الطيور (أو الخنافس أو الأفاعي) التي ستُفقد، وذلك باستخدام قانون العلاقة بين النوع والمساحة. والجواب بشكل تقريبي هو 10 في المائة (وهنا مرة ثانية من المهم أن نتذكر أن العلاقة ليست خطية). وحيث إن النظام يأخذ وقتا طويلا ليصل إلى حالة اتزان جديدة، فلا يجدر بنا أن نتوقع اختفاء الأنواع على الفور بل سنتوقع أنها تسير في ذلك الاتجاه.

في العام 2004 قررت مجموعة من العلماء استخدام قانون العلاقة بين النوع والمساحة للتوصل إلى تقدير أولي عن خطر الانقراض الذي يسببه الاحتباس الحراري. في البداية جمع الفريق بيانات عن النطاقات الحالية لأكثر من ألف نوع من النباتات والحيوانات. ثم ربطوا هذه النطاقات مع الأحوال المناخية الحالية. وفي النهاية تصوروا سيناريوهين متباعدين تماما. في أحد السيناريوهين افتُرِض أن كل الأنواع

خاملة، وتشبه كثيرا أشجار البهشية في قطاعات سيلمان المشجرة. ومع ارتفاع درجات الحرارة بقيت في مكانها، وهكذا، في معظم الأحوال، تقلصت المساحة المناسبة مناخيا التي كانت متاحة لها، وفي كثير من الأحوال وصل هذا التقلص إلى الصفر. والتنبؤات المبنية على سيناريو «عدم الانتشار» هذا كانت تدعو إلى التشاؤم. وفي حال جرى الإبقاء على ارتفاع درجات الحرارة عند الحد الأدنى، فإن تقديرات الفريق كانت تشير إلى أن ما بين 22 في المائة إلى 31 في المائة من الأنواع سيكون «مصيرها الانقراض» بحلول العام 2050. أما في حال وصل ارتفاع درجات الحرارة إلى المستوى الذي كان يُعتبر في ذلك الوقت الحد الأقصى المحتمل - وهو رقم يبدو متدنيا جدا الآن - فإنه بحلول منتصف هذا القرن، سيختفي ما بين 38 في المائة و52 في المائة من الأنواع.

كتب عالم الحفريات أنطوني بارنوسكي Anthony Barnosky، من جامعة كاليفورنيا - بيركلي عن نتائج هذه الدراسة «هنا طريقة أخرى للتعبير عن الشيء نفسه[14]. انظر حولك. اقتل نصف ما تراه. أو إذا كنت تشعر بأنك شهم، اقتل ربع ما تراه فقط. هذا هو ما قد نتحدث عنه مستقبلا».

وفي السيناريو الثاني الأكثر تفاؤلا، تُصور أن الأنواع عالية الحركة. وفق هذا السيناريو كان في إمكان المخلوقات، مع ارتفاع درجات الحرارة، استعمار أي مناطق جديدة تتوافق مع الظروف المناخية التي تتكيف معها. مع ذلك، فإن العديد من الأنواع التي لم تجد مكانا تذهب إليه. فمع ارتفاع حرارة الأرض، اختفت ببساطة الظروف المناخية التي كانت معتادة عليها (وتبين أن الجزء الأكبر من «المناخات المختفية» يقع في المناطق الاستوائية). وقد رأت الأنواع الأخرى أن مواطنها الأصلية تتقلص لأن تعقب المناخ كان يحتم عليها التحرك نحو الأعلى، في حين أن المساحة على قمة الجبل أقل كثيرا مما هي عند قاعدته.

وباستخدام سيناريو «الانتشار العالمي»، وجد الفريق، الذي يقوده كريس توماس Chris Thomas، عالم الأحياء في جامعة يورك، أنه في حال لم يتجاوز ارتفاع درجات الحرارة الحد الأدنى المتوقع، فإن ما بين 9 في المائة إلى 13 في المائة من الأنواع سيكون مصيرها الانقراض بحلول العام 2050. وفي حال بلغ ارتفاع درجات الحرارة الحد الأقصى، سترتفع تلك الأعداد إلى ما بين 21 في المائة و32 في المائة. وبعد أخذ متوسط السيناريوهين، والنظر إلى تنبؤ ارتفاع درجات الحرارة

على المدى المتوسط، توصل الفريق إلى أن 24 في المائة من كل الأنواع ستتجه نحو الانقراض.

نُشرت الدراسة على غلاف مجلة «نيتشر»[15]، أما في الصحف العامة، فقد اختُصِر العدد المربك من الأرقام التي توصل إليها الباحثون في رقم واحد فقط، وهو «تغير المناخ قد يدفع بمليون نوع في العالم نحو الانقراض»، وذلك وفق لإعلان محطة BBC. أما مجلة «ناشيونال جيوغرافيك» National Geographic فكان أحد عناوينها الرئيسية يقول: «بحلول العام 2050 سيسبب ارتفاع درجات الحرارة فناء مليون نوع».

اعْتُرِض على هذه الدراسة من عدة نواحٍ، فهي أهملت عمليات التفاعل بين الكائنات، ولم تتطرق إلى إمكانية أن النباتات والحيوانات تستطيع تحمل تشكيلة من المناخات أوسع من تلك التي تشير إليها التشكيلة الحالية. ثم إنها لا تنظر إلى ما هو أبعد من العام 2050، علما أن ارتفاع درجات الحرارة، وفقا لأي سيناريو مهما كان ضعيفا، سيستمر إلى ما بعد تلك الفترة بكثير. كما تطبق الدراسة قانون العلاقة بين النوع والمساحة على مجموعة جديدة من الظروف التي لم تُخضع للاختبار.

ظهرت دراسات أحدث يقف بعضها مع، والآخر ضد البحث المنشور في «نيتشر». توصلت بعض الدراسات إلى أن بحث مجلة «نيتشر» قد بالغ في تقدير عدد الانقراضات المحتمل أن يسببها التغير المناخي، في حين رأت دراسات أخرى أنه قلل من ذلك. من جانبه، أقر توماس أن كثيرا من الاعتراضات على البحث المنشور في العام 2004 قد تكون في محلها. لكنه أشار إلى أن كل تقدير اقْتُرِح منذ ذلك الوقت كانت له القيمة الأسية نفسها. وعليه فقد قال إن «نحو 10 في المائة أو أكثر من الأنواع، وليس 1 في المائة أو 0.01 في المائة من المحتمل أن يُقضَى عليها بسبب التغير المناخي».

وفي مقال حديث، أشار توماس إلى أنه سيكون من المفيد وضع تلك الأرقام «في سياق جيولوجي». وأضاف أنه من غير المحتمل أن يسبب التغير المناخي وحده «انقراضا جماعيا يعادل في ضخامته الانقراضات الخمسة الكبرى»[16]. ومع ذلك هناك احتمال كبير أن يسبب التغير المناخي وحده مستوى من الانقراض يعادل، إن لم يكن يتفوق على، أحداث الانقراض «الأقل حجما» بقليل والتي حدثت في الماضي. واختتم مقاله بالقول: إن «الآثار المحتملة تدعم فكرة أننا قد دخلنا حديثا في الأنثروبوسين».

قال لي سيلمان: «البريطانيون مولعون بوضع علامات من البلاستيك على كل شيء، نعتقد أن ذلك شيء أخرق». كان ذلك في ثالث أيامنا على ممر المشاة، وكنا نقف في القطاع الرقم 8، حيث وجدنا أمامنا شريطا أزرق يحدد حدود القطاع. ظن سيلمان أن ذلك من صنع زملائه في جامعة أكسفورد. يقضي سيلمان كثيرا من الوقت في بيرو - تصل أحيانا إلى عدة شهور متواصلة - لكن تمر فترات مطولة من السنة لا يكون خلالها موجودا هناك، وقد تحدث أشياء كثيرة من دون أن يعلم عنها شيئا (وهذه الأشياء قد تكون من الأمور التي لا يهتم بها عادة). فعلى سبيل المثال، في أثناء رحلتنا وجد سيلمان سلالا من الأسلاك لجمع البذور كانت معلقة ضمن القطاعات المشجرة. وكان واضحا أنها كانت موجودة هناك لأغراض بحثية، لكن لم يخبره أو يطلب إذنه أحد بشأنها، وعليه فإنها كانت تمثل نوعا من القرصنة العلمية. فتكونت في ذهني صورة عن أن هناك باحثين محتالين يتسللون عبر الغابات مثل مزارعي الكوكا.

في القطاع الرقم 8 عرَّفني سيلمان إلى شجرة أخرى «مثيرة للاهتمام حقا»، وهي ألزاتيا فيرتيسيلاتا Alzatea verticillata. الغريب في هذه الشجرة أنها النوع الوحيد في جنسها، وما يزيدها غرابة هو أنها النوع الوحيد في عائلتها أيضا. فهي تمتلك أوراقا رقيقة خضراء ناصعة ومستطيلة الشكل وزهورا بيضاء صغيرة تصدر عنها رائحة عندما تكون متفتحة تشبه، وفقا لسيلمان، رائحة السكر المحروق. ويمكن لشجرة ألزاتيا فيرتيسيلاتا أن تنمو لتصبح طويلة جدا، وهي في هذا القطاع – الذي يصل ارتفاعه إلى خمسة آلاف وتسعمائة قدم - تُعتبر الشجرة المظلية المهيمنة في الغابة. إنها واحد من تلك الأنواع التى تبدو جالسة هناك من دون حراك.

وتمثل قطاعات سيلمان المشجرة ردا آخر على توماس - وهو رد عملي وليس نظريا. من الواضح أن حركة الأشجار أقل كثيرا من حركة طيور الطرغون، مثلا - وهي طيور استوائية شائعة في مانو - أو حتى حركة القراد. لكن في الغابة السحابية cloud forest(*) تبني الأشجار النظام الإيكولوجي تماما مثلما يبني المرجان الشعاب. وتعتمد أنواع معينة من الحشرات على أنواع معينة من الأشجار، كما

(*) الغابة السحابية هي غابة استوائية أو شبه استوائية، معروفة بأنها رطبة ودائمة الخضرة وتنمو في أعالي الجبال، وتغطيها السحب المنخفضة بصورة دائمة أو متكررة أو موسمية. [المحرر].

تعتمد أنواع معينة من الطيور على تلك الحشرات، وهكذا دواليك وصولا إلى قمة السلسلة الغذائية. والعكس صحيح كذلك: الحيوانات تؤدي دورا حاسما في بناء الغابة، فهي التي تضطلع بمهمة التلقيح ونشر البذور، في حين تتولى الطيور منع الحشرات من الاستيلاء عليها. يشير بحث سيلمان إلى أن الاحتباس الحراري، على أقل تقدير، سيعيد تكوين المجتمعات البيئية. وستستجيب مجموعات الأشجار المختلفة بشكل مختلف لهذا الاحترار وستنهار الروابط المعاصرة. وستتشكل روابط جديدة. وفي عملية إعادة البناء هذه على مستوى الكوكب، ستزدهر بعض الأنواع. وقد تستفيد كثير من النباتات من المستوى العالي لثاني أكسيد الكربون، حيث سيكون الحصول على ثاني أكسيد الكربون اللازم للتمثيل الضوئي أسهل، وستتقهقر أنواع أخرى، وقد تختفي في النهاية.

يعتبر سيلمان نفسه شخصا متفائلا. وهذا ينعكس - أو على الأقل كان ينعكس - من خلال أبحاثه. فقد قال لي: «لقد كانت الأبحاث التي تجرى في مختبري معلنة إلى حد ما». وأكد على الملأ أنه مع تحسين الرقابة وإنشاء المحميات في أماكن ملائمة، فإن العديد من التهديدات للتنوع الحيوي - مثل قطع الأشجار غير القانوني، والتعدين وإنشاء المزارع - يمكن أن تتراجع إلى أدنى حد.

وقال «حتى في المناطق الاستوائية، نحن نعلم كيف نوقف هذه الأشياء. إننا نتطور على صعيد الإدارة».

لكن في عالم ترتفع فيه درجة الحرارة بسرعة، فإن فكرة إنشاء محمية في مكان ملائم تصبح في مجملها أكثر إشكالية بكثير، إن لم تكن مثيرة للجدل تماما. وبعكس فريق تقطيع الأشجار، على سبيل المثال، فإن التغير المناخي لا يمكن إجباره على احترام الحدود. وهو بالتأكيد سيغير ظروف الحياة في مانو مثلما سيغيرها في كوزكو أو ليما. وحيث إن أعدادا كبيرة من الأنواع تنتقل، فإن وجود محمية في مكان ثابت لن يحول دون فقدان الكائنات.

وقال لي سيلمان: «هذه مجموعة من الضغوط المختلفة نوعيا التى نمارسها على الأنواع. وفي الأنواع الأخرى من الاضطرابات البشرية توجد دائما ملاجئ مكانية. أما المناخ فهو يؤثر في كل شيء. فهو، مثل تحمض المحيط، يُعتبر ظاهرة عالمية أو، كما قال كوفييه، ثورة على سطح الأرض».

وبعد ظهر ذلك اليوم، خرجنا إلى طريق ترابي. كان سيلمان قد جمع نباتات مختلفة أثارت اهتمامه ليأخذها معه إلى المختبر، حيث ربطها إلى الحقيبة الضخمة التي يحملها وراء ظهره، وبهذا الشكل كان يشبه شخصية جوني آبلسيد Johnny Appleseed(*) في غابة سحابية. كانت الشمس في السماء، لكن السماء قد أمطرت حديثا وحامت مجموعات من الفراشات ذات الألوان الأسود والأحمر والأزرق فوق البرك. وبين حين وآخر كانت تمر شاحنات محملة بقطع من أخشاب الأشجار. لم تستطع الفراشات أن تتفرق بالسرعة المطلوبة ولذلك تناثرت أجنحتها على قارعة الطريق.

سرنا حتى وصلنا إلى مجموعة من النزل السياحية. وأخبرني سيلمان أن المنطقة التي دخلناها كانت مشهورة بين مراقبي الطيور، وبينما كنا نسير متمهلين في الطريق، رأينا تشكيلة من الأنواع بكل ألوان قوس قزح: مثل طيور التناجر tanagers الذهبية مثل لون عشبة الحوذان Buttercup، وطيور التناجر الملونة بالرمادي والأزرق مثل لون زهرة الذرة، وطيور التناجر ذات الرقبة الزرقاء التي تومض بلونها الفيروزي البديع. كما رأينا تناجر ذات منقار فضي وبطن أحمر ناصع، ورأينا كذلك قطيعا من ديوك صخور الأنديز المعروفة بريشها القرمزي اللامع. ولذكور ديوك الصخر عُرف على شكل قرص في قمة رأسها ولها صيحة خشنة تجعلها تبدو كأنها أصابها مس من الجنون.

وفي أوقات مختلفة من تاريخ الأرض، كانت أنواع المخلوقات، التي أصبحت الآن محصورة في المناطق الاستوائية، موجودة في أماكن أخرى أكثر اتساعا بكثير. فمثلا في منتصف العصر الطباشيري، والذي امتد بين نحو 120 و90 مليون سنة مضت، كانت أشجار الخبز breadfruit مزدهرة شمالا حتى خليج ألاسكا. وفي بداية العصر الإيوسيني، منذ نحو 50 مليون سنة، كانت أشجار النخيل موجودة في القارة القطبية الجنوبية، وكانت التماسيح تسبح في البحار الضحلة حول إنجلترا. وليس هناك سبب للافتراض، من الناحية النظرية، أن العالم الأكثر دفئا سيكون أقل تنوعا من العالم الأكثر برودة؛ بل على العكس، هناك عدة تفسيرات مختلفة «لتدرج التنوع في

(*) جوني آبلسيد (1744 – 1845)، من أوائل رواد العناية بالأشجار، وقد أدخل شجرة التفاح إلى بنسلفانيا. [المترجمان].

المناطق القريبة من خط الاستواء» تشير إلى أن العالم الأكثر دفئا سيكون، على المدى الطويل، أكثر تنوعا. لكن على المدى القصير، أي وفقا لأي جدول زمني ملائم للبشر، تبدو الأشياء مختلفة تماما.

وعمليا، كل الأنواع التي حولنا اليوم يمكن القول إنها متكيفة مع البرودة. فكل طيور التناجير الذهبية وديوك الصخور، فضلا على الزرياب الأزرق، والكاردينال، وسنونو المخازن، كلها صمدت خلال العصر الجليدي الأخير. وأيضا إما هذه الطيور وإما أقرب أقاربها صمدت كذلك خلال العصر الجليدي قبل الأخير، والعصر الذي قبله، وهكذا وصولا إلى مليونين ونصف المليون سنة إلى الوراء. كانت درجات الحرارة خلال معظم عصر البلايستوسين أقل بكثير مما هي عليه الآن - فإيقاع دورة مدار الأرض هو الذي يحكم بأن تستمر العصور الجليدية مدة أطول بكثير من الفترات التي تتخلل تلك العصور - وهكذا جرى إيلاء أهمية تطويرية للقدرة على التعامل مع الظروف الشتوية. في الوقت نفسه، على مدى مليونين ونصف المليون سنة، لم تكن هناك أي ميزة للقدرة على التعامل مع الحرارة الزائدة، نظرا إلى أن درجات الحرارة لم تكن قط أعلى مما هي عليه حاليا. وقياسا بفترات الارتفاع والانخفاض التي شهدها عصر البلايستوسين، يمكننا القول إننا الآن في أوج الارتفاع.

ولكي نعثر على مستويات ثاني أكسيد الكربون (ومن ثم على درجات حرارة عالمية) تفوق ما هو موجود اليوم، فإن ذلك يتطلب العودة إلى الوراء مدة زمنية طويلة، قد تمتد إلى منتصف العصر المايوسيني، منذ خمسة عشر مليون سنة[(17)]. ومن الممكن تماما أن تصل مستويات ثاني أكسيد الكربون، مع نهاية هذا القرن، إلى مستوى لم يُعهد منذ نخيل القطب الجنوبي في العصر الإيوسيني، منذ نحو خمسين مليون سنة. ومن المستحيل حاليا تأكيد ما إذا كانت الأنواع لاتزال تمتلك السمات التي سمحت لأسلافها بالصمود في ذلك العالم القديم والأكثر حرارة.

أخبرني سيلمان: «لكي تتحمل النباتات درجات حرارة أعلى، هناك أشياء كثيرة يمكنها القيام بها. إذ يمكنها صناعة بروتينات خاصة. كما يمكنها تغيير أيضها، وأشياء من هذا القبيل. لكن التفاوت الحراري يمكن أن يكون مكلفا. فنحن لم نعهد درجات حرارة كتلك التى يُتَنبأ بحدوثها في غضون ملايين السنين. وعليه فالسؤال هو: هل احتفظت النباتات والحيوانات عبر هذه المدة الهائلة من الزمن - فقد جاءت

ورحلت أجيال من الثدييات بكل تشعباتها خلال هذه الفترة - هل احتفظت بهذه السمات التي يمكن أن تكون مكلفة؟ إذا كان ذلك صحيحا، ربما تكون هناك مفاجأة سارة لنا، لكن ماذا لو أنها لم تفعل؟ ماذا لو أنها فقدت هذه السمات المكلفة، لأنها عبر عدة ملايين من السنين لم تقدم لها أي ميزة؟.

قال سيلمان: «إذا كان التطور سيسير وفق الطريقة التي يسير بها عادة، فإن سيناريو الانقراض - ونحن لا نسميه انقراضا، بل نتحدث عنه بوصفه «استنزافا حيويا»، وهو تعبير ملطَّف لا بأس به - حسنا إذن، سيبدو أن الأمور تتجه نحو الكارثة».

9

جزر على الأرض الجافة

خيفود بيرتشل
Eciton burchellii

«حاليا، يوجد نحو خمسين مليون ميل مربع من الأرض على هذا الكوكب خالية من الجليد، وهذا هو المعيار المستخدم عموما لحساب التأثيرات البشرية.
ففي هذه الأيام لا يوجد مكان بري إلا واقتطعت، بدرجة أو بأخرى، أجزاء منه وعُزل»

يمتد طريق BR-174 من مدينة ماناوس Manaus ، في ولاية أمازوناس Amazonas البرازيلية، ويتجه شمالا تقريبا نحو الحدود الفنزويلية. كان يصطف على جانبي هذا الطريق حطام السيارات التي كانت قد انزلقت إلى هذا الجانب أو ذاك، ولكن بعد أن عُبّد هذا الطريق، منذ نحو عشرين عاما، فقد أصبح من الأسهل التنقل عليه الآن، وبدلا من الهياكل المحترقة، صارت تنتشر المقاهي التي تقدم خدماتها للمسافرين. بعد ساعة أو نحو ذلك تختفي المقاهي، وبعد ساعة أخرى، هناك تحويلة نحو طريق ذي حارة واحدة، يحمل اسم ZF-3، ويتجه مباشرة نحو الشرق. لايزال طريق

ZF-3 غير معبَّد، وبسبب لون التربة في أمازوناس، فإنه يظهر على شكل جرح برتقالي ساطع يخترق الريف. إذا سرت على هذا الطريق فترة أخرى تمتد إلى ثلاثة أرباع الساعة، فإنك ستصل إلى بوابة خشبية مغلقة بسلسلة. وخلف البوابة، كانت تقف بعض الأبقار التي تبدو نعسانة، وخلف الأبقار يوجد ما يعرف بالمحمية 1202.

يمكن النظر إلى المحمية 1202 بوصفها جزيرة في قلب الأمازون. وصلتُ إلى هناك في يوم حار وخالٍ من الغيوم في منتصف موسم الأمطار. وبعد التقدم مسافة خمسين قدما داخل المحمية، وجدتُ أن أوراق الشجر كانت كثيفة لدرجة أنه حتى مع وجود الشمس مباشرة فوقي، كان الضوء لايزال خافتا، كأنني كنتُ داخل كاتدرائية. جاءت صرخة عالية النبرة من شجرة مجاورة ذكرتني بصفارة الشرطة. قيل لي إن هذا كان نداء طائر صغير ومتواضع يعرف باسم البيها الصارخ. screaming piha صرخ البيها مرة أخرى، ثم لزم الصمت.

وبخلاف الجزيرة التي تتكون بشكل طبيعي، فإن المحمية 1202 هي على شكل مربع تقريبا. فمساحتها تبلغ خمسة وعشرين فدانا من الغابات المطيرة التي لم تمس ويحيط بها «بحر» من الشجيرات الصغيرة. ومن خلال الصور الجوية، تبدو أشبه بالطوف الأخضر الذي يتمايل فوق أمواج بنية اللون.

المحمية 1202 هي جزء من أرخبيل كامل من جزر الأمازون، وكلها تحمل أسماء جامدة: المحمية 1112، المحمية 1301، المحمية 2107. حتى إن مساحة بعض المحميات تقل عن خمسة وعشرين فدانا؛ في حين أن مساحة عدد منها أكبر من ذلك بكثير. وبشكل جماعي، تمثل هذه المحميات واحدة من أكبر وأطول التجارب المستمرة الآن في العالم، وهي مشروع الديناميكا البيولوجية لشظايا الغابات Fragments Project Forest Biological Dynamics of، أو اختصارا BDFFP. وقد تمت دراسة كل قدم مربعة تقريبا من هذا المشروع من قبل شخص ما: عالم النبات يضع العلامات على الأشجار، وعالم الطيور يطوِّق الطيور بحلقات، وعالم الحشرات يحصي ذباب الفاكهة. وعندما زرت المحمية 1202، صادفت طالب دراسات عليا من البرتغال كان يُجري عملية مسح للخفافيش. عندما حان وقت الظهيرة كان قد استيقظ من فوره وكان يأكل المكرونة في سقيفة كانت بمنزلة محطة أبحاث ومطبخ. وبينما كنا نتحدث، ركب أحد رعاة البقر، وكان نحيفا جدا، على حصان أقل نحافة منه بقليل. كانت لديه بندقية معلقة على أحد

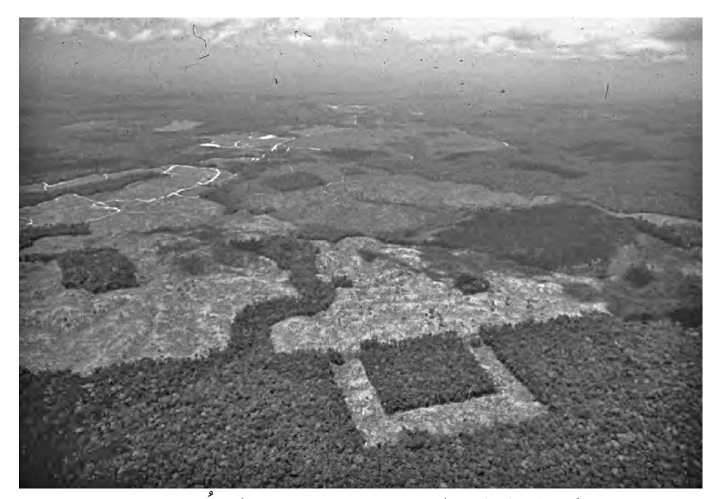
كتفيه. لم أكن متأكدة مما إذا كان قد جاء لأنه سمع الشاحنة التي وصلتُ بها وأراد حماية الطالب من المتطفلين المحتملين، أم لأنه شعر بأنه كان هناك مكروهة.

ومشروع BDFFP هو نتيجة لتعاون غير محتمل بين مربي الماشية ورجال الحفاظ على البيئة. وفي السبعينيات من القرن الماضي شرعت الحكومة البرازيلية في تشجيعها أصحاب مزارع الماشية للاستقرار شمال ماناوس، وهي منطقة كانت غير مأهولة بالسكان إلى حد كبير. ووصل البرنامج إلى حد دعم إزالة الغابات: يحصل أصحاب مزارع الماشية الذين وافقوا على الانتقال إلى الغابات المطيرة واجتثاث الأشجار، وبدء تربية الأبقار، على راتب من الحكومة. وفي الوقت نفسه، كان على مالكي الأراضي في الأمازون، بموجب القانون البرازيلي، أن يتركوا ما لا يقل عن نصف الغابات الواقعة في ممتلكاتهم سليمة كما هي. وبسبب التوتر بين هذين التوجهين خطرت لعالم الأحياء الأمريكي توم لافجوي Tom Lovejoy فكرة. ماذا لو أمكن إقناع أصحاب مزارع الماشية بالسماح للعلماء بتحديد أي الأشجار تُجتث وأيها تترك سليمة؟ قال لي لافجوي: «كانت الفكرة مجرد جملة واحدة»، ثم أضاف: «كنت أتساءل عما إذا كان بإمكانك إقناع البرازيليين بترتيب تلك الخمسين في المائة حتى تتمكن من الحصول على تجربة عملاقة». في هذه الحالة سيكون من الممكن إجراء دراسة منضبطة لعملية كانت تُجرى بطريقة غير منضبطة في جميع أنحاء المناطق الاستوائية، بل في جميع أنحاء العالم.

طار لافجوي إلى ماناوس وقدم خطته إلى المسؤولين البرازيليين. وللمفاجأة، رحبوا بها. يعمل المشروع الآن بشكل مستمر منذ أكثر من ثلاثين سنة. وقد دُرب العديد من طلاب الدراسات العليا في المحميات، حيث ابتكرت كلمة جديدة لوصفهم: «اختصاصيو شظايا الغابات «fragmentologist»[1]. أما مشروع BDFFP فقد وُصف بأنه «أهم تجربة بيئية أُجريت على الإطلاق»[2].

حاليا، يوجد نحو خمسين مليون ميل مربع من الأرض على هذا الكوكب خالية من الجليد، وهذا هو المعيار المستخدم عموما لحساب التأثيرات البشرية. ووفقا لدراسة حديثة، نُشرت بواسطة الجمعية الجيولوجية الأمريكية[3]، فإن الناس قد «أدخلوا تغييرات مباشرة» على أكثر من نصف هذه الأرض - ما يقرب من سبعة وعشرين مليون ميل مربع - ومعظمها عن طريق تحويلها إلى أراضٍ زراعية ومراعٍ، ولكن أيضا من خلال بناء المدن ومراكز التسوق والأحواض، وقطع

الأشجار والتعدين واستغلال المحاجر. وما تبقى من الأراضي، التي تبلغ مساحتها ثلاثة وعشرين مليون ميل مربع، تغطي الغابات نحو ثلاثة أخماسها - وكما قال المؤلفان: «إنها طبيعية ولكن ليست بالضرورة عذراء - والبقية إما جبال عالية وإما تندرا وإما صحراء. ووفقا لدراسة حديثة أخرى، نشرت بواسطة الجمعية البيئية الأمريكية[4]، حتى هذه الأرقام المفاجئة تقلل من شأن تأثيرنا. ويرى مؤلفا الدراسة الثانية، وهما إيري إيليس Erie Ellis من جامعة ماريلاند ونافين رمانكوتي Navin Ramankutty من ماكجيل، أن اعتبار أن المناطق الحيوية يحددها المناخ والنبات - كالأراضي العشبية المعتدلة، مثلا، أو الغابات الشمالية - لم يعد منطقيا. وبدلا من ذلك يقسمان العالم إلى «anthromes أنثرومات»[*]. هناك أنثروم «حضري» يمتد على مساحة خمسمائة ألف ميل مربع ، وأنثروم «أراضٍ زراعية مروية» (مليون ميل مربع)، و«غابة مأهولة بالسكان» (أربعة ملايين ونصف المليون ميل مربع). يحصي إيليس ورمانكوتي ما مجموعه ثمانية عشر «أنثروما»، والتي تمتد معا على مساحة تزيد على تسعة وثلاثين مليون ميل مربع. وبهذا تتبقى مساحة



الشكل رقم (30): شظايا الغابات شمال ماناوس، كما تُرى من الجو

(*) الأنثروم هو المنطقة الحيوية البشرية – مصطلح ظهر في 2008 ويصف الغلاف الحيوي المعاصر الذي أثّر فيه البشر. [المترجمان].

كبيرة تعادل نحو أحد عشر مليون ميل مربع. تشمل هذه المناطق، والتي هي في معظمها خالية من الناس، مناطق شاسعة من الأمازون، وجزءا كبيرا من سيبيريا، وشمال كندا، ومساحات كبيرة من الصحراء الكبرى، وصحراء غوبي، وصحاري فيكتوريا الكبرى، وقد أطلقا عليها «الأراضي البرية».

لكن في الأنثروبوسين، ليس من الواضح أن هذه «الأراضي البرية» تستحق حتى أن تدعى كذلك. فالتندرا تمر فيها خطوط الأنابيب، والغابات الشمالية تعبرها الخطوط الزلزالية. أما الغابات المطيرة فتخترقها المراعي والمزارع والمشاريع الكهرومائية. وفي البرازيل، يتحدث الناس عن «الهيكل العظمي للسمكة fishbone»، وهو نمط لإزالة الغابات يبدأ ببناء طريق رئيسي واحد - ويمثل العمود الفقري وفق هذه الاستعارة، - وهو يؤدي بعد ذلك إلى خلق (في بعض الأحيان على نحو غير قانوني) الكثير من الطرق الأصغر حجما والتي تشبه الضلوع. ما يتبقى هو غابة من البقع الطويلة والهزيلة. ففي هذه الأيام لا يوجد مكان بري إلا وجرى، بدرجة أو بأخرى، اقتطاع أجزاء منه وعزله. وهذا ما يجعل تجربة لافجوي حول شظايا الغابات مهمة للغاية. وعلى نحو متزايد، أصبحت المحمية 1202، من خلال شكلها المربع وغير الطبيعي على الإطلاق، تمثل صورة عن شكل العالم.

يتغير فريق العمل في BDFFP باستمرار، حتى إن الناس الذين عملوا على المشروع سنوات عديدة لا يعرفون بالتأكيد من هم الأشخاص الذين سيلتقون بهم هناك. قدت سيارتي إلى المحمية 1202 مع ماريو كون هافت Mario Cohn-Haft، عالم الطيور الأمريكي، الذي شارك لأول مرة في المشروع باعتباره متدربا في منتصف ثمانينيات القرن العشرين. تزوج كونهافت من سيدة برازيلية ولديه الآن وظيفة في المعهد الوطني للبحوث الأمازونية في ماناوس. وهو طويل ونحيف، ذو شعر رمادي ناعم وعيون بنية حزينة. يحافظ كون هافت على الطيور بحماس وعشق يماثل عشق وحماس مايلز سيلمان للأشجار الاستوائية. وعندما سألته في إحدى المرات عن عدد أنواع الطيور الأمازونية التي يمكنه التعرف عليها من خلال صيحاتها، رمقني بنظرة حائرة، كأنه لم يفهم ما كنت أرمى إليه. وعندما أعدت طرح السؤال تبين لي أن الجواب هو كلها. وفق الإحصائية الرسمية، هناك ما يقرب من ألف وثلاثمائة نوع من الطيور في الأمازون، لكن كون هافت يعتقد أن هناك في الواقع عديدا من الأنواع

الأخرى، لأن الناس اعتمدوا أكثر من اللازم على بعض السمات مثل الحجم والريش ولم يتنبهوا بما يكفي للصوت. وقال لي إن الطيور، التي قد تبدو بشكل أو بآخر متطابقة ولكنها تطلق أصواتا مختلفة، تكون في كثير من الأحيان متمايزة جينيا. في أثناء رحلتنا، كان كون هافت يستعد لنشر بحث يعرف من خلاله عن أنواع عدة جديدة اكتشفها من خلال الإنصات شديد الدقة. وأحد تلك الأنواع، طائر ليلي في عائلة بوتو potoo، لديه نداء حزين ومؤثر، ينسبه السكان المحليون أحيانا إلى الكوروبيرا curupira، وهو شخصية من الفولكلور البرازيلي. والكوروبيرا لديه وجه صبياني، وشعر غزير، وقدمان متجهتان إلى الخلف. وهو يفترس الصيادين المخالفين للقانون وأي شخص آخر يأخذ أكثر مما ينبغي من الغابة.

ولأن الفجر هو أفضل وقت لسماع الطيور، فقد انطلقنا أنا وكون هافت نحو المحمية 1202 في الظلام، بعد الساعة 4 صباحا بقليل. توقفنا أول مرة، على طول الطريق، عند برج معدني مبني لدعم محطة خاصة بالطقس. ومن قمة البرج، الذي كان يبلغ ارتفاعه نحو 130 قدما، والذي كان في حالة سيئة من الصدأ، كانت هناك إطلالة بانورامية على الطبقة العليا للغابة. وقد أحضر كون هافت منظارا قويا، نصبه على حامل ثلاثي القوائم، كما أحضر معه جهاز تسجيل من نوع iPod ومكبر صوت صغيرا وضعه في جيبه. حُمّل جهاز iPod بتسجيلات لمئات الأصوات، وأحيانا عندما كان يسمع طائرا لم يتمكن من تحديد مكانه، كان يشغل أغنيته على أمل أن يكشف الطائر عن نفسه.

قال لي: «بحلول نهاية اليوم، ربما تكونين قد استمعتِ إلى مائة وخمسين نوعا من الطيور، وشاهدتِ عشرة أنواع فقط». ومن حين إلى آخر، كان يظهر بريق لون على خلفية الخضرة، وبهذه الطريقة استطعتُ أن ألمح ما قال كون هافت إنه نقار خشب ذو قنزعة صفراء، وطائر رصّاد tityra أسود الذيل، وببغاء ذهبي الجناحين. وجّه المنظار على بقعة زرقاء تبين لي أنها أجمل طائر رأيته على الإطلاق: إنه طائر العسل المتسلق honeycreeper أحمر الرجلين، ذو الصدر الياقوتي، والساقين القرمزيتين، والقلنسوة ذات اللون الزبرجدي المتلألئ.

كلما ارتفعت الشمس كان يقل عدد الأصوات، وشرعنا في السير مرة أخرى. في الوقت الذي أصبح النهار فيه يشبه الفرن وأخذنا نقطر عرقا، وصلنا إلى البوابة

المغلقة بالسلاسل والتي تمثل مدخل المحمية 1202. اختار كون هافت أحد المسارات التي تنتهي في المحمية للدخول، وسرنا ببطء إلى ما اعتقد أنه كان مركز ساحة المحمية تقريبا. توقف للإنصات. لكن لم يكن هناك كثير لسماعه.

قال لي: «إنني أسمع نوعين فقط من الطيور الآن». ثم أضاف: «يبدو كأن أحدهما يقول «المعذرة، يبدو كأنه مطر»، وهذه حمامة رصاصية. وهي نوع كلاسيكي يستوطن الغابات الأولية. أما النوع الآخر فيصدر صوت «تشودل، تشودل، بيب». وأصدر صوتا مثل أحد عازفي الفلوت الذين يجرون تمارين الإحماء. ثم قال: «وهذا هو دقنوش الفلفل - peppershrike ذو الحواجب المائلة إلى الأحمر. وهذا من الأنواع التي تألف الغابات الثانوية أو أطراف المراعي والتي لا نسمع أصواتها في الغابات الأولية».

أوضح كون هافت أنه عندما عمل لأول مرة في المحمية 1202 كانت مهمته هي اصطياد الطيور وتطويقها بحلقات ثم إطلاق سراحها، وهي عملية تُعرف اختصارا بـ «طوِّق وأطلق ring and fling». كان يُمسك بالطيور في شباك معلقة عبر الغابة من الأرض إلى ارتفاع ست أقدام. وقد أُجريت عمليات أخذ تعداد الطيور قبل عزل شظايا الغابة ثم بعد ذلك، حتى يمكن مقارنة الأرقام. في جميع أنحاء المحميات - هناك إحدى عشرة محمية في المجموع - طوَّق كون هافت وزملاؤه ما يقرب من خمسة وعشرين ألف طائر بحلقات[5].

وقال، بينما كنا نقف في الظل: «كانت النتيجة الأولى التي فاجأت الجميع إلى حدّ ما، علما أنها ستبدو تافهة نوعا ما إذا ما وضعت في سياق أعم، تمثلت فيما يشبه ظاهرة اللاجئين». ثم أضاف: «ما حدث عندما قطعنا الغابة المحيطة هو أن معدل الالتقاط – أي فقط عدد الطيور التي أمسكنا بها وعدد الأنواع في بعض الأحيان، أيضا – ارتفع في العام الأول تقريبا». على ما يبدو، كانت الطيور التي تنتمي إلى المناطق التي أُزيلت أشجارها تبحث عن مأوى في شظايا الغابة. لكن تدريجيا ومع مرور الوقت، بدأ كل من عدد الطيور وتنوعها في التناقص. ثم استمرا في الانخفاض.

قال كون هافت: «وبعبارة أخرى، ما حدث فجأة لم يتمثل فقط في هذا التوازن الجديد مع الأنواع الأقل عددا، بل كان هناك تدهور مطرد في التنوع مع مرور الوقت». وما حدث للطيور حدث لمجموعات أخرى كذلك.

تميل الجزر - نحن نتحدث عن الجزر الحقيقية الآن، وليس عن «جزر» المَواطن الطبيعية - إلى أن تكون فقيرة في الأنواع، أو، لأستخدم مصطلحا فنيا، منقوصة التنوع depauperate. وهذا ينطبق على الجزر البركانية الواقعة في وسط المحيط، وهو ينطبق أيضا، وبشكل أكثر إثارة للحيرة، على ما يسمى جزر جسور اليابسة، التي تقع بالقرب من الشاطئ. الباحثون الذين درسوا جزر جسور اليابسة، التي تتكون بسبب تقلب مستويات البحر، وجدوا باستمرار أنها أقل تنوعا من القارات التي كانت جزءا منها يوما ما.

لماذا الأمر كذلك؟ لماذا ينخفض التنوع عندما يحدث العزل؟ بالنسبة إلى بعض الأنواع، تبدو الإجابة بسيطة جدا، وهي أن ذلك الجزء من الموطن الطبيعي الذي وجدت نفسها معزولة عليه ليس كافيا. فالقطة الكبيرة التي تحتاج إلى مجال تصل مساحته إلى أربعين ميلا مربعا ليس من المرجح أن تستمر فترة طويلة في مساحة عشرين ميلا مربعا فقط. والضفدع الصغير الذي يضع بيضه في بركة ويتغذى على سفح التل يحتاج إلى بركة وإلى سفح تل للبقاء على قيد الحياة.

ولكن إذا كان الافتقار إلى الموطن المناسب هو القضية الوحيدة، فإن جزر جسور اليابسة كان يجب أن تستقر بسرعة عند مستوى جديد ومتدن من التنوع. لكنها لا تفعل ذلك، بل تستمر في نزيف الأنواع - وهذه العملية يشار إليها بمصطلح مثير للدهشة كونه ينم عن التفاؤل والمرح وهو «الاسترخاء» relaxation. على بعض جزر جسور اليابسة التي تكونت بسبب ارتفاع مستويات البحر في نهاية عصر البلايستوسين[6]، تشير التقديرات إلى أن الاسترخاء الكامل قد استغرق آلاف السنين؛ وعلى بعض الجزر الأخرى، قد لاتزال هذه العملية مستمرة حتى الآن.

يفسر علماء البيئة الاسترخاء بالقول إن الحياة عشوائية. فالمناطق الأصغر تؤوي عددا أصغر من السكان، والسكان الأصغر هم أكثر تأثرا بعامل المصادفة. وكمثال متطرف، قد تكون الجزيرة موطنا لاثنين من الطيور من النوع X يقومان بالتزاوج. وفي إحدى السنوات، يؤدي إعصار إلى إزالة عش هذين الزوجين من الشجرة. وفي العام التالي، يتبين أن كل الفراخ ذكور، وفي السنة التي تليها، يُقتحم العش من قبل ثعبان. النوع X يتجه الآن نحو الانقراض المحلي. إذا كانت الجزيرة موطنا لاثنين من الأزواج المتكاثرة، فإن احتمالات أن يتضرر كلاهما من مثل هذه السلسلة من

الكوارث المميتة ستكون أقل، وفي حال كانت موطنا لعشرين زوجا، تكون الاحتمالات أقل بشكل كبير. لكن وجود احتمالات متدنية على المدى الطويل لا يعني انتفاء احتمال الموت. يمكن تشبيه هذه العملية بقرعة إلقاء العملة. فمن غير المحتمل أن تأتي طرَّة عشر مرات متتالية في عشر مرات (أو عشرين أو مائة مرة) تُلقى فيها. ومع ذلك، إذا تواصل الإلقاء لعدد كبير من المرات، فإن حتى التسلسل غير المتوقع قد يصبح حدوثه واردا. وقوانين الاحتمال قوية لدرجة أنه بالكاد يكون ضروريا الحصول على أدلة تجريبية حول المخاطر المحدقة بعدد صغير من السكان؛ ومع ذلك، فهي متاحة. في خمسينيات وستينيات القرن العشرين احتفظ مراقبو الطيور بسجلات دقيقة عن كل زوجين تزاوجا على جزيرة باردسي Bardsey، التي تقع قبالة ويلز، وذلك بدءا من العصافير المنزلية الشائعة والطيور صائدة المحار وصولا إلى الأنواع الأكثر ندرة كالزقزاق والكروان. في ثمانينيات القرن العشرين حُللت هذه السجلات من قبل جاريد دياموند Jared - Diamond، الذي كان في ذلك الوقت يعمل خبيرا في علم الطيور، ومتخصصا في طيور غينيا الجديدة. وجد دياموند أن احتمالات اختفاء أي نوع معين من الجزيرة يمكن رسمها على طول منحنى ينخفض ميله أسّيا مع زيادة عدد الأزواج. وهكذا، كتب أن المؤشر الرئيسي الذي ينبئ بالانقراض المحلي هو «صغر حجم السكان»[7].

لا تقتصر المجموعات السكانية الصغيرة بالطبع على الجزر. قد تحوي البركة عددا صغيرا من الضفادع، ويضم المرج الصغير أعدادا قليلة من فئران الحقل. وفي السياق العادي من الأحداث، تحدث الانقراضات المحلية طوال الوقت. ولكن عندما يحدث هذا الانقراض نتيجة سلسلة من الحوادث السيئة، فمن المرجح أن يعاد استعمار الموقع من قبل سكان آخرين أكثر حظا جاءوا من مكان إلى آخر. وما يميز الجزر – ويفسر ظاهرة الاسترخاء - هو أن عملية إعادة الاستعمار صعبة للغاية، وفي كثير من الحالات، مستحيلة عمليا. (ففي حين أن جزيرة جسر اليابسة قد توفر الدعم لمجموعة صغيرة من السكان، كالنمور على سبيل المثال، فإذا اختفت هذه المجموعة، يُعتقد أنه لن تعبر نمور جديدة المياه نحو تلك الجزيرة.

ينطبق الشيء نفسه على أي جزء من أجزاء الموطن الطبيعي. والأمر يتوقف على ما يحيط بذلك الجزء لتحديد ما إذا كان سيتمكن أي نوع من إعادة استعماره

بمجرد رحيل سكانه عنه. وجد الباحثون في مشروع BDFFP، على سبيل المثال، أن بعض الطيور، مثل طيور ماناكين manakins ذات التاج الأبيض، سوف تعبر الطرقات التي تزال منها الأدغال بسهولة، في حين أن الطيور الأخرى، مثل طيور النمل antbirds ذات الظهر الحرشفي ترفض بشدة القيام بذلك[8]. في غياب إعادة الاستعمار، يمكن أن تصبح الانقراضات المحلية إقليمية ثم، في نهاية المطاف، عالمية.

على بعد عشرة أميال من المحمية 1202 يختفي الطريق الترابي، ويبدأ امتداد الغابات المطيرة التي تُعتبر عذراء وفق المعايير المعاصرة. استقطع الباحثون في BDFFP أقساما من هذه الغابة لاستخدامها مناطق ضابطة، حتى يتمكنوا من إجراء مقارنة بين ما يحدث في شظايا الغابات وما يجري في الغابة التي لم تتشظَّ بعد. قرب نهاية الطريق، هناك مخيم صغير، يعرف باسم المخيم 41، حيث ينامون ويأكلون ويحاولون الفرار من المطر. وصلت إلى هناك مع كون هافت في عصر أحد الأيام بمجرد هطول المطر بغزارة من السماء. هرولنا عبر الغابة، ولكن ذلك كان من دون فائدة؛ في الوقت الذي وصلنا فيه إلى المخيم 41، كنا قد أصبحنا مبللين.

وفيما بعد، وبعد أن توقف المطر الغزير، وعصرنا جواربنا واتجهنا مبتعدين عن المعسكر إلى الغابة. كانت السماء مازالت ملبدة بالغيوم، وفي خضم اللون الرمادي كان هناك ظل داكن على أرض الغابة الخضراء. خطرت في بالي شخصية كوروبيرا – الكائن الخرافي البرازيلي – وهو كامن بين الأشجار على قدميه المتجهتين إلى الخلف.

بعد إحدى الرحلات التي قام بها إي أو ويلسون، الذي زار مشروع BDFFP مرتين، كتب يقول: «تزخر الغابة بالحركة، لكن بطريقة لا تدركها أحاسيس البشر»[9]. وأخبرني كون هافت تقريبا الشيء نفسه، وإن كان بصورة أقل بلاغة، حيث قال إن الغابة المطيرة، «تبدو أفضل على شاشة التلفزيون». بدا لي أول الأمر أن لا شيء يتحرك حولنا في أي مكان، ولكن بعد ذلك بدأ كون هافت بالإشارة إلى العلامات التي تدل على وجود حشرات حية، وبدأت أرى كثيرا من النشاط الذي يجري، وباستخدام عبارة ويلسون، في ذلك «العالم الصغير الموجود تحت الأرض». حشرة متدلية ملتصقة بورقة شجر ميتة تحرك رجليها الدقيقتين. وعنكبوت جاثم على شبكته التي على شكل طوق، وأنبوب قضيبي الشكل مصنوع من الطين ناتئ من أرض الغابة ليتبين لي أنه عبارة عن مأوى ليرقات حشرة الزيز. وما بدا أشبه ببطن

ضخم منتفخ في أثناء الحمل وبارز من جذع إحدى الأشجار اتضح أنه عش مملوء بالنمل الأبيض. تعرف كون هافت على نبات يعرف باسم ميلاستوم melastome(*). أمسك بإحدى أوراق هذا النبات وقلبها على الوجه الآخر، ونقر على جذعها الذي كان مجوفا من الداخل. اندفعت نحو الخارج مجموعة من النمل الأسود الصغير الذي كان يبدو فتاكا، كما هي عادة النمل الأسود الصغير، وقال كون هافت إن هذا النمل يحمي النبات من الحشرات الأخرى مقابل توفير مأوى مجاني له.

ترعرع كون هافت في غرب ولاية ماساشوستس، وتصادف أن ذلك ليس بعيدا عن المنطقة التي أعيش فيها. وقال لي: «في موطني كنت أعتقد أنني عالم طبيعي عام». وهو يستطيع تسمية معظم الأشجار والحشرات التي يصادفها في غرب نيو إنغلند، بالإضافة إلى جميع الطيور. لكن في الأمازون كان من المستحيل أن يكون عاما؛ فقد كان ممن المستحيل تعقب كل الأشياء الموجودة هناك؛ ففي مناطق الدراسة الخاصة بمشروع BDFFP حدث التعرف على نحو 1400 نوع من الأشجار، أي أكثر حتى من تلك الموجودة في قطاعات سيلمان المشجرة، والتي تقع على بعد ألف ميل غربا.

قال لي كون هافت: «هناك أنظمة بيئية شديدة التنوع، حيث يتسم كل نوع فيها بكونه متخصصا إلى حد كبير. وفى هذه الأنظمة البيئية تُعلَّق أهمية كبرى على أداء ما تقومين به تماما. وعرض نظريته عن سبب التنوع الشديد للحياة في المناطق الاستوائية، وهي أن التنوع يعزز نفسه بنفسه عادة. وشرح ذلك بالقول: «النتيجة الطبيعية لازدياد تنوع الأنواع تتمثل في انخفاض الكثافة العددية، وتلك وصفة لظهور الأنواع الجديدة - العزل بواسطة التباعد». وأضاف أن هذا الأمر يشكل أيضا نقطة ضعف، نظرا إلى أن الأعداد الصغيرة المعزولة تكون أكثر عرضة للانقراض.

أخذت الشمس في الغروب، وأصبحت الغابة غارقة في الشفق. وبينما كنا نعود أدراجنا إلى المخيم 41 قابلنا سربا من النمل يسلك طريقا خاصا به يبعد فقط بضع أقدام عن طريقنا. كان ذلك النمل البني المائل إلى الأحمر يتحرك تقريبا في خط مستقيم يفضي إلى قطعة خشب ضخمة (ضخمة بالنسبة إلى النمل خصوصا). صعد

(*) من عائلة Melastomataceae، نبات مزهر. [المترجمان].

النمل فوق قطعة الخشب تلك، ثم نزل عنها ثانية. تتبعت مسيرة رتل النمل قدر استطاعتي في كلا الاتجاهين، لكن بدا أنه سيستمر في مسيرته إلى ما لا نهاية، على طريقة العرض العسكري السوفييتي. قال كون هافت إن الرتل يتكون من نمل المعسكر army ants الذي ينتمي إلى النوع خيفود بيرتشل Eciton burchellii(*).

يختلف نمل المعسكر عن معظم أنواع النمل الأخرى؛ إذ توجد هناك عشرات الأنواع في المناطق الاستوائية، في أنه ليس لديه موطن ثابت؛ فهو يقضي وقته إما في التنقل، بحثا عن الحشرات، والعناكب، والسحالي الصغيرة العابرة، وإما أنه يقيم في معسكرات مؤقتة في العراء. وتتكون هذه المعسكرات المؤقتة من النمل نفسه الذي يصطف حول الملكة على شكل كرة لاسعة وشريرة. ونمل المعسكر مشهور بشراهته؛ حيث يمكن أن تستهلك المستعمرة في أثناء سيرها ثلاثين ألف فريسة - معظمها من يرقات الحشرات الأخرى - في اليوم الواحد. لكنها من خلال هذا النهم توفر الدعم لعدد كبير من الأنواع الأخرى. هناك فئة كاملة من الطيور التي تعرف باسم متعقِّبات النمل المسيَّرة obligate ant-followers، وهي تُوجد بشكل دائم تقريبا حول أسراب النمل، وتأكل الحشرات التي يزيلها النمل عن بقايا أوراق الشجر. وثمة طيور أخرى تعرف باسم متعقبات النمل الانتهازية opportunistic ant-follower، وهي تقوم بالنقر في محيط النمل عندما تلتقي به مصادفة. وعلى طريقة تعقبها للنمل، تلاحق هذه الطيور أيضا مجموعة متنوعة من المخلوقات الأخرى التي تتمتع أيضا بالخبرة في «القيام بما تفعله بالضبط» تلك الطيور. فهناك فراشات تتغذى على فضلات الطيور، وذباب طفيلي يضع صغاره على الجداجد والصراصير المذعورة[10]. وهناك العديد من أنواع العثة التي تركب على متن النمل نفسه، أحد هذه الأنواع يثبت نفسه بأرجل النمل، وهناك نوع آخر يثبت نفسه بالفك السفلي لهذا النمل. وتوصل عالما الطبيعة الأمريكيان، كارل Carl وماريان ريتنماير Marian Rettenmeyer اللذان أمضيا أكثر من نصف قرن في دراسة نمل خيفود بيرتشل[11]، إلى قائمة تضم أكثر من ثلاثمائة نوع تعيش بالشراكة مع هذا النمل.

(*) هو الاسم العلمي الذي يُطلق على جنس الحشرات الناهمة التي تنتمي إلى رتبة غشائيات الأجنحة وفصيلة النمليات، وأضيف إلى اسم بيرتشيل نسبة إلى المستكشف وعالم الطبيعة والرحالة والمؤلف الإنجليزي وليام جون بيرتشل (1781 – 1863). [المحرر].



الشكل رقم (31): نملة معسكر من نوع خيفود بيرتشل

لم يسمع كون هافت صوت أي طائر، وكان الوقت يتأخر، لذا عدنا إلى المخيم. واتفقنا على أن نعود إلى المكان نفسه في اليوم التالي لمحاولة اللحاق بموكب النمل، والطيور والفراشات.

في أواخر السبعينيات من القرن الماضي، كان عالم حشرات اسمه تيري إروين Terry Erwin يعمل في بنما، عندما سأله أحدهم عن عدد أنواع الحشرات التي يعتقد أنه يمكن العثور عليها في بضعة أفدنة من الغابة الاستوائية. حتى ذلك الحين، كان عمل إروين - في أغلب الأحيان - يقتصر على إحصاء الخنافس. كان يرش قمم الأشجار بالمبيدات الحشرية، ثم يجمع الجثث التي كانت تتساقط من الأوراق على شكل مطر جامد. وبسبب السؤال الكبير الذي كان يؤرقه بشأن عدد أنواع الحشرات الموجودة في المناطق الاستوائية ككل، أخذ يفكر بطريقة حول كيف يمكنه استنباط ذلك من تجربته الخاصة. من خلال نوع واحد من الأشجار الذي يُعرف باسم لوهيا سيماني(*) Luehea seemannii ، جمع خنافس تنتمي إلى أكثر من 950 نوعا. وبعد الأخذ في الاعتبار أن نحو خُمس هذه الخنافس تعتمد على أشجار لوهيا سيماني، وأن الخنافس الأخرى تعتمد بشكل مماثل على أشجار أخرى، وأن الخنافس تمثل نحو أربعين في المائة من جميع أنواع الحشرات، وأن هناك ما يقرب من خمسين ألف

(*) شجرة دائمة الخضرة، مدارية تنمو إلى ارتفاعات تتراوح بين 10 و40 مترا، ويبلغ قطر ساقها 60 إلى 180سم، تُوجَد الأطول منها على ساحل الأطلنطي في كوستاريكا. [المترجمان].

نوع من أنواع الأشجار الاستوائية. قدَّر إروين أن المناطق الاستوائية تشكل موطنا لما يصل إلى ثلاثين مليون نوع من المفصليات arthropods (بالإضافة إلى الحشرات، فإن المجموعة تضم العناكب والحريش)[12]. وقد أقر بأنه «صُدم» من الاستنتاج الذي توصل إليه.

ومنذ ذلك الحين، بُذلت جهود كثيرة لتنقيح تقديرات إروين. ومعظم تلك الجهود كانت تتجه إلى تعديل تلك الأرقام عبر استبدال أرقام أقل منها بها (فقد بالغ إروين في تقدير عدة أمور، ربما يكون من بينها تقديره نسبة الحشرات التي تعتمد على نبات واحد مضيف). ولايزال هذا الرقم، بكل المقاييس، مرتفعا على نحو لا يُصدَّق؛ إذ تشير التقديرات الأخيرة إلى وجود مليوني نوع من الحشرات الاستوائية على الأقل، وربما يصل هذا الرقم إلى سبعة ملايين[13]. في المقابل، هناك نحو عشرة آلاف نوع فقط من الطيور في العالم بأسره، وخمسة آلاف وخمسمائة نوع فقط من الثدييات. وهكذا، مقابل كل نوع من ذوات الشعر والغدد الثديية، هناك، في المناطق الاستوائية وحدها، على الأقل ثلاثمائة نوع من ذوات قرون الاستشعار والعيون المركبة.

هذا الغنى الذي يتميز به عالم الحشرات يعني أن أي تهديد للمناطق الاستوائية سيؤدي إلى أعداد كبيرة جدا من الضحايا المحتملين؛ ولننظر في العملية الحسابية التالية: إزالة الغابات الاستوائية من الصعب قياسها، لكن لنفترض أن الغابات تقطع بمعدل واحد في المائة سنويا، باستخدام العلاقة بين المساحة والأنواع، S=cAz، وتحديد قيمة z بـ 0.25، يمكننا حساب أن خسارة واحد في المائة من المساحة الأصلية تعني خسارة ما يقرب من ربع في المائة من الأنواع الأصلية. إذا افترضنا، بحذر شديد، أن هناك مليوني نوع في الغابات الاستوائية المطيرة، فإن هذا يعني أن ما يقرب من خمسة آلاف نوع تختفي كل عام. وهذا يعادل ما يقرب من أربعة عشر نوعا في اليوم، أو نوع واحد كل مائة دقيقة.

أُجري هذا الحساب الدقيق بواسطة إي أو ويلسون في أواخر ثمانينيات القرن العشرين[14]، بعد فترة ليست طويلة من إحدى رحلاته إلى مقر مشروع BDFFP. نشر ويلسون النتائج في مجلة ساينتفيك أمريكان Scientific American، وعلى أساسها خلص إلى أن معدل الانقراض المعاصر كان «في حدود أكبر بـ 10 آلاف مرة من معدل الانقراض الطبيعي». وقال أيضا إن هذا الأمر كان يؤدي إلى «الحد من التنوع البيولوجي

إلى أدنى مستوى له»، منذ الانقراض الذي حدث في نهاية العصر الطباشيري، وهو الحدث، الذي قال إنه على الرغم من كونه لا يُعتبر أسوأ انقراض جماعي في التاريخ، فإنه يظل «أشهرها على الإطلاق، لأنه أنهى عصر الديناصورات، ومنح الهيمنة للثدييات، وفي نهاية المطاف، سواء للأفضل أو الأسوأ، جعل من الممكن نشأة النوع الخاص بنا».

كانت حسابات ويلسون، مثل حسابات إروين، صادمة. كما كانت سهلة الفهم، أو على الأقل قابلة للتكرار، وقد تلقت قدرا كبيرا من الاهتمام، ليس فقط في العالم الصغير نسبيا لعلماء الأحياء الاستوائية، ولكن أيضا في وسائل الإعلام العامة. أعرب عالمان من علماء البيئة البريطانيين عن أسفهما قائلين: «بصعوبة يمر يوم من دون أن يقال إن إزالة الغابات الاستوائية تقضي على نوع واحد تقريبا كل ساعة، أو ربما نوع واحد كل دقيقة»[15]. بعد خمس وعشرين سنة، هناك اتفاق عام الآن على أن أرقام ويلسون - مثلها مثل أرقام إروين أيضا - لا تتطابق مع ما شُوهِد على أرض الواقع، وهذه الحقيقة يجب أن تكون بمنزلة عبرة بالنسبة إلى الكتاب المتخصصين في مجال العلوم، ربما أكثر مما هي الحال بالنسبة إلى العلماء. ولاتزال أسباب ذلك قيد المناقشة.

أحد الاحتمالات هو أن الانقراض يستغرق وقتا. تفترض حسابات ويلسون أنه بمجرد أن تُزَال الغابات، تتسرب الأنواع إلى الخارج تقريبا على الفور. ولكن قد يستغرق الأمر بعض الوقت لتصل غابة ما إلى «الاسترخاء» بشكل كامل، وحتى الأعداد القليلة التي تتبقى فيها، يمكنها الاستمرار في البقاء فترة طويلة، وهذا يتوقف على الطريقة التي تسير فيها عجلة حظ البقاء. والفرق بين عدد الأنواع التي حكم عليها بالهلاك - بسبب شكل من أشكال التغير البيئي - والعدد الذي اختفى بالفعل غالبا ما يشار إليه باسم «دَين الانقراض» extinction debt. وهذا المصطلح يعني وجود تأخر في هذه العملية، تماما مثلما أن هناك تأخرا في الدفع عند الشراء بالدين.

هناك تفسير آخر محتمل، وهو أن الموطن المفقود بسبب إزالة الغابات لم يُفقَد فعليا؛ فيمكن للغابات التي قُطِعت أشجارها للحصول على الأخشاب أو حرقها لغرض الرعي أن تعاود النمو من جديد. وللسخرية بما فيه الكفاية، يظهر مثال جيد على هذا من المنطقة المحيطة بموقع مشروع BDFFP مباشرة. بعد فترة ليست طويلة أقنع لافغوي المسؤولين البرازيليين لدعم المشروع، عانت البلاد أزمة الديون

التي شلت عجلة الاقتصاد، وبحلول العام 1990 كان معدل التضخم ثلاثين ألفا في المائة. ألغت الحكومة الدعم الذي كانت قد وعدت به أصحاب مزارع الماشية، وتم التخلي عن آلاف الأفدنة. في المناطق المحيطة بشظايا الغابات مربعة الشكل التابعة لمشروع BDFFP، نمت الأشجار مرة أخرى وبقوة كادت تبتلع المواقع تماما، لو لم يكن لافغوي قد رتب لعزلها من جديد عن طريق قطع الأشجار التي نمت من جديد وإحراقها. وعلى الرغم من استمرار الغابات الأولية في التقلص في المناطق الاستوائية، فإن الغابات الثانوية في بعض المناطق آخذة في الازدياد.

وثمة تفسير آخر محتمل أيضا لعدم مطابقة الملاحظات للتنبؤات، وهو أن البشر ليسوا ملاحظين جيدين. وبما أن أغلبية الأنواع في المناطق الاستوائية هي من الحشرات وغيرها من اللافقاريات، فإن الأغلبية العظمى من الانقراضات المتوقعة ستكون من هذه الأنواع أيضا. لكن بما أننا لا نعرف، حتى لو بشكل تقريبي، كم عدد أنواع الحشرات الاستوائية، فمن غير المرجح أن نلاحظ اختفاء ألف أو ألفين أو حتى عشرة آلاف منها. يشير تقرير حديث صادر عن جمعية علم الحيوان في لندن إلى أن «حالة الحماية التي يتمتع بها أقل من واحد في المائة من جميع اللافقاريات التي وُصفت هي أمر معلوم»، والأغلبية العظمى من اللافقاريات ربما لم تُوصَف حتى الآن[16]. وقد تكون اللافقاريات، كما قال ويلسون، هي «الأشياء الصغيرة التي تدير هذا العالم»، ولكن من السهل تجاهل الأشياء الصغيرة.

في الوقت الذي عدنا فيه أنا وكون هافت إلى المعسكر 41، وصل العديد من الأشخاص الآخرين، بما في ذلك زوجة كون هافت، ريتا مسكيتا Rita Mesquita، وهي عالمة بيئة، وتوم لافغوي الذي كان في ماناوس يحضر اجتماعا لمجموعة تسمى مؤسسة الأمازون المستدامة. ولافغوي الذي أصبح الآن في أوائل السبعينيات من عمره، يرجع الفضل إليه في إطلاق مصطلح «التنوع البيولوجي» للتداول العام، وفي تصور فكرة «مبادلة الديون مقابل الطبيعة». على مر السنوات الماضية، عمل لمصلحة صندوق الحياة البرية العالمي، ومؤسسة سميثسونيان Smithsonian، ومؤسسة الأمم المتحدة، والبنك الدولي، وإلى حد كبير - بفضل جهوده - أصبحت نصف غابات الأمازون المطيرة تقريبا الآن تحت شكل من أشكال الحماية القانونية. ولافغوي نوع نادر من الناس، والذي يبدو مرتاحا بالقدر نفسه، سواء كان يعبر الغابة أو يؤدي الشهادة أمام

الكونغرس. وهو دائما يبحث عن طرق لحشد الدعم للحفاظ على الأمازون، وبينما كنا نجلس في تلك الأمسية، أخبرني أنه ذات يوم أحضر توم كروز إلى المعسكر 41، وقال إن كروز كان يبدو أنه يستمتع بنفسه، ولكن للأسف لم يتحمس لما نفعله.

حتى الآن، أُلِّف أكثر من خمسمائة بحث علمي والعديد من الكتب العلمية عن مشروع BDFFP. عندما طلبتُ من لافغوي تلخيص ما قد تعلمه من المشروع، قال إنه يجب على المرء أن يكون حذرا في تعميم الجزء على الكل، على سبيل المثال، أظهرت أبحاث حديثة أن التغيرات في استخدام الأراضي في الأمازون تؤثر أيضا في دوران الغلاف الجوي. وهذا يعني أن تدمير الغابات المطيرة، على نطاق واسع بما فيه الكفاية، قد يؤدي - ليس فقط - إلى اختفاء الغابة، ولكن إلى اختفاء المطر كذلك.

قال لافغوي: «افترض أنه أصبح لديك - في نهاية المطاف - مشهد طبيعي مقطع إلى شظايا، مساحة كل منها مائة هكتار، أعتقد أن ما أظهره المشروع هو أنك كنتَ ستخسر أكثر من نصف الحيوانات والنباتات. وبالطبع، كما تعلم، في العالم الحقيقي، دائما يكون الأمر أكثر تعقيدا».

معظم النتائج التي تمخضت عن مشروع BDFFP كانت في الواقع عبارة عن تنويعات على فكرة الفقدان. يمكن العثور على ستة أنواع من الرئيسيات في منطقة المشروع. ثلاثة منها - وهي السعدان العنكبوتي الأسود black spider monkey، والسعدان المقلنس البني brown capuchin monkey، والساكي الملتحي bearded saki - مفقودة من شظايا الغابة. والطيور، مثل متسلق الخشب طويل الذيل long-tailed woodcreeper، ولاقط الأوراق زيتوني الظهر olive-backed foliage gleaner، والتي تسافر ضمن قطعان من الأنواع المختلطة، قد اختفت جميعا من شظايا الغابات الصغيرة وتوجد بوفرة أقل بكثير في شظايا الغابات الأكبر حجما. والضفادع التي تتكاثر في الأماكن التي يتمرغ فيها حيوان البقّري peccary (وهو حيوان أمريكي يشبه الخنزير) قد اختفت هي وحيوان البقّري الذي أنشأ تلك الأماكن. العديد من الأنواع الحساسة تجاه التغييرات الطفيفة في الضوء والحرارة، قد تقلصت كثيرا وأصبح وجودها يقتصر على حواف شظايا الغابات، علما أن أعداد الفراشات المحبة للضوء قد تزايدت.

في غضون ذلك، وعلى الرغم من أن هذا الأمر يتجاوز نطاق مشروع BDFFP إلى حد ما، فإن هناك تآزرا يدعو إلى التشاؤم بين تشظي الغابات وظاهرة الاحتباس

الحراري، تماما كما هي الحال في التآزر بين الاحتباس الحراري وتحمض المحيطات، وبين الاحتباس الحراري والأنواع الغازية، وبين الأنواع الغازية وتشظي الغابات. والنوع الذي يحتاج إلى الهجرة لمواكبة الارتفاع في درجات الحرارة، غير أنه عالق في إحدى شظايا الغابة - حتى في شظية ضخمة جدا - هو نوع لا يُعتقد أنه سينجو. واحدة من السمات المميزة لعصر الأنثروبوسين Anthropocene هي أن العالم يتغير بطرق تجبر الأنواع على الانتقال، ولكن ثمة سمة أخرى أيضا تتمثل في أن هذا العالم يتغير بطرق تؤدي إلى خلق حواجز - كالطرق، والمناطق مقطوعة الأشجار، والمدن - تحول دون انتقال هذه الأنواع.

قال لي لافغوي: «الطبقة الجديدة كليا التي طغت على ما كنت أفكر فيه في سبعينيات القرن الماضي هي تغير المناخ». وكتب يقول إنه «في مواجهة التغير المناخي، وحتى تغير المناخ الطبيعي، خلق النشاط البشري مضمار حواجز يعيق انتشار التنوع الحيوي[17]، ويمكن أن يؤدي ذلك إلى «واحدة من أخطر الأزمات الحيوية في كل العصور».

في تلك الليلة ذهب الجميع إلى النوم مبكرا. وبعد أن نمت لمدة بدت لي بضع دقائق ولكنها ربما كانت بضع ساعات، استيقظت على صوت ضجيج بالغ الغرابة. لم أكن أعلم من أين يأتي الصوت، كان هذا الصوت يتصاعد ثم يخفت، ثم وفي اللحظة التي أوشكت فيها على العودة إلى النوم، كان ينطلق مرة أخرى. كنت أعلم أنه دعوة إلى التزاوج من نوع معين من الضفادع، فترجلتُ من أرجوحة النوم وأمسكت بمصباح يدوي لإلقاء نظرة من حولي. لم أستطع العثور على مصدر الضجيج، لكنني صادفت حشرة حيوية ذات شريط إضاءة، والتي كنت أود أن أضعها في وعاء، لو كان هناك أي وعاء لوضعها فيه. وفي الصباح التالي، أشار كون هافت إلى زوجين من ضفادع ماناوس الشجرية ذات الأرجل النحيلة، كانا متعانقين في حالة من التزاوج التراكبي amplexus. على الشجرة، كان الضفدعان ذوي لون بني مائل إلى البرتقالي، ووجهين يشبهان شكل المجرفة. لم يكن الذكر، الملتصق بظهر الأنثى، يعادل سوى نصف حجمها تقريبا. تذكرت أنني قرأت أن البرمائيات في الأراضي المنخفضة في الأمازون يبدو أنها، حتى الآن على الأقل، قد نجت إلى حد كبير من فطر التشيتريد. وقد وصف كون هافت الذي أيقظه هذا الضجيج مثل بقية أفراد الفريق، صوت الضفدع هذا على أنه «أنين مطول يتحول فجأة إلى هدير ثم ينتهي بضحكة خافتة».

بعد تناول عدة فناجين من القهوة، انطلقنا لمشاهدة موكب النمل، كان لافغوي قد خطط للمجيء معنا، لكن عندما ذهب ليرتدي قميصا بأكمام طويلة، تعرض لعضة في يده من قبل أحد العناكب الذي كان موجودا داخل القميص. بدا العنكبوت عاديا نسبيا، لكن مكان العضة تهيَّج وأصبح أحمر اللون، وكان الشعور بالخدر يتسلل إلى يد لافغوي؛ فتقرر أن يبقى في المعسكر.

قال كون هافت، عندما بدأنا في السير: «الطريقة المثالية هي أن تترك النمل يطوقك، حتى لا يعود هناك أي مخرج. الأمر يشبه قيام المرء بوضع نفسه في مأزق. وهكذا سيصعد عليك النمل، ويعض ملابسك. وأنت في منتصف الحدث». وعلى مسافة ما، سمع طائر نمل ذا عنق مائل إلى الأحمر يصدر صوتا يتراوح بين التغريدة والقوقأة. وكما يوحي اسمها، فإن طيور النمل ذات العنق المائل إلى الأحمر هي من متعقبات النمل المسيَّرة، لذا اعتبر كون هافت هذا الأمر مؤشرا إيجابيا. لكن، بعد بضع دقائق، عندما وصلنا إلى البقعة التي رأينا فيها طابور النمل الذي لا نهاية له في اليوم السابق، لم يكن هناك أي أثر للنمل. سمع كون هافت طائري نمل آخرين يصيحان من الأشجار: الأول طائر النمل أبيض الريش الذي يصدر صفيرا عالي النبرة. والآخر متسلق الخشب أبيض الذقن الذي يصدر تغريدة سقسقة تنم عن التفاؤل. بدا أنهما كانا أيضا يبحثان عن النمل.



الشكل رقم (32): طائر نمل أبيض الريش كله (Pithys albifrons)

قال كون هافت: «إنهما مرتبكان مثلنا». وتكهن بأن النمل كان ينقل مقره المؤقت، وأنه قد دخل الآن فيما يعرف بطور الاستقرار statuary phase. وخلال هذه المرحلة، يبقى النمل تقريبا في مكان واحد لتنشئة جيل جديد. يمكن لطور الاستقرار أن يستمر لمدة تصل إلى ثلاثة أسابيع، مما يساعد على تفسير أحد أكثر الاكتشافات المحيرة التي يتمخض عنها مشروع BDFFP؛ فحتى شظايا الغابات الكبيرة بما يكفي لإعالة مستعمرات نمل المعسكر في نهاية المطاف تفقد طيور النمل الخاصة بها. متعقبات النمل المسيَّرة تحتاج إلى النمل الباحث عن الطعام كي تتبعه، وعلى ما يبدو في شظايا الغابات لا توجد مستعمرات كافية لضمان أن تكون هناك مستعمرة ناشطة بشكل دائم. وهذا أيضا، كما أخبرني كون هافت، يقدم برهانا على منطق الغابات المطيرة؛ فطيور النمل بارعة جدا في أداء «ما تقوم به بالضبط»؛ لدرجة أن لديها حساسية شديدة تجاه أي تغيير يجعل طريقتها المميزة في عمل الأشياء أكثر صعوبة.

وقال: «عندما تجدين شيئا يعتمد على شيء آخر، والذي بدوره يعتمد على شيء ثالث، فإن هذه السلسلة الكاملة من التفاعلات تعتمد على الاستمرارية». فكرت في هذا الأمر في أثناء عودتنا إلى المخيم. إذا كان كون هافت على حق، فإن موكب النمل والطيور والفراشات، في تعقيده الذي يضاهي تعقيدات السيرك، يمثل في الواقع رمزا لاستقرار الأمازون. وفقط في المكان الذي تبقى فيه قواعد اللعبة ثابتة، يكون هناك وقت للفراشات كي تتطور وتتغذى على براز الطيور التي بدورها تطورت لتعقب النمل. نعم، لقد شعرتُ بالخيبة لأننا لم نجد النمل. لكنني تصورتُ أنني لم أكن أفضل حالا من الطيور.

10

بانجيا الجديدة

الخفاش البني الصغير
Myotis lucifugus

أفضل وقت لإجراء تعداد للخفافيش هو في قلب الشتاء. فالخفافيش تُعرف بأنها من «الحيوانات التي تدخل في سبات شتوي حقيقي». فعندما ينخفض الزئبق في الترمومتر، تبدأ في البحث عن مكان تستقر فيه، رأسا على عقب في الواقع، لأن الخفافيش الخاملة تتعلق بأصابع أقدامها. في شمال شرق الولايات المتحدة، أول أنواع الخفافيش التي تبدأ بالسبات هي الصغيرة ذات اللون البني. في وقت ما في أواخر أكتوبر أو أوائل نوفمبر، تبحث عن مكان محمي، مثل كهف أو بئر منجم، حيث يكون من المرجح أن تظل الظروف مستقرة. وسرعان ما تنضم الخفافيش ذات الألوان الثلاثة إلى الخفافيش

«جميع القارات الحالية كانت في مرحلة معينة تُشكل قارة عملاقة واحدة تُدعى بانجيا»

البنية الصغيرة، ومن ثم تأتي الخفافيش البنية الكبيرة، وبعدها الخفافيش ذات القدمين الصغيرتين. تنخفض درجة حرارة جسم الخفافيش في أثناء السبات بمقدار خمسين أو ستين درجة، وفي أغلب الأحيان تشارف على التجمد. تتباطأ ضربات قلبها، ويتوقف نظامها المناعي، ويدخل الخفاش المتدلي من قدميه في حالة قريبة من الحيوية المعلقة. يتطلب عد الخفافيش التي تدخل في حالة السبات رقبة قوية ومصباحا جيدا وزوجا من الجوارب الدافئة.

في مارس 2007 ذهب بعض علماء الأحياء البرية من ألباني بنيويورك، لإجراء تعداد للخفافيش في كهف غرب المدينة. كان هذا حدثا روتينيا، إلى درجة أن المشرف على أولئك العلماء، وهو آل هيكس، ظل في المكتب. وحالما وصل علماء الأحياء إلى الكهف، أخرجوا هواتفهم المحمولة ليستخدموها.

وخلال سرده هذه الحادثة فيما بعد، قال هيكس، الذي يعمل في إدارة حماية البيئة التابعة لولاية نيويورك: «لقد قالوا: يا إلهي، الخفافيش ميتة في كل أرجاء المكان»، طلب هيكس منهم أخذ بعض الجثث إلى المكتب. كما طلب من علماء الأحياء تصوير أي خفاش حي يمكن أن يجدوه. عندما فحص هيكس الصور، رأى أن الحيوانات تبدو كأنها قد غُمرت، بدءا من أنوفها، في مسحوق من البودرة. هذا شيء لم يكن قد واجهه من قبل قط، وبدأ في إرسال الصور بالبريد الإلكتروني إلى جميع المتخصصين في الخفافيش الذين استطاع تذكرهم. لم يرَ أي منهم أي شيء مثل ذلك من قبل. بعض نظراء هيكس في الولايات الأخرى تحدثوا عن الأمر بشيء من النكتة، حيث قالوا إن الشيء الذي يريدون معرفته هو نوع الصنف الذي كانت تشمه تلك الخفافيش في نيويورك.

جاء الربيع. استيقظت كل الخفافيش في جميع أنحاء نيويورك ونيوإنغلاند من سباتها وطارت. وبقي المسحوق الأبيض لغزا. قال لي هيكس: «كنا نفكر، يا إلهي، نتمنى أن يرحل هذا الكابوس، لقد كان مثل إدارة بوش. ومثل إدارة بوش لن يرحل». وبدلا من ذلك انتشر. في الشتاء التالي عُثر على المسحوق نفسه (المادة البيضاء) على الخفافيش في ثلاثة وثلاثين كهفا في أربع ولايات مختلفة. في هذه الأثناء، كانت الخفافيش مستمرة في النفوق. في بعض مواقع السبات انخفضت الأعداد بأكثر من 90 في المائة. وفي كهف واحد في فيرمونت سقطت الآلاف من الجثث من السقف وتراكمت على الأرض، مثل كتل الجليد.

استمر نفوق الخفافيش في الشتاء التالي، وانتشر في خمس ولايات أخرى. وفي الشتاء التالي بعد ذلك في ثلاث ولايات إضافية، وعلى الرغم من أنه في كثير من الأماكن لم يتبقَّ عدد يُذكر من الخفافيش، فإن ظاهرة النفوق هذه لاتزال مستمرة حتى يومنا هذا. يعرف هذا المسحوق الأبيض الآن بأنه الفطر المحب للبرد - الذي يُعرف باسم أليف البرودة psychrophile(*) - الذي وصل بالمصادفة إلى الولايات المتحدة، آتيا ربما من أوروبا. عندما عُزل هذا الفطر أول مرة، وهو من جنس جيومايسيز Geomyces(**)، لم يكن له اسم. وبسبب تأثيره في الخفافيش أُطلق عليه اسم جيومايسيز المدمِّر Geomyces destructans.

ومن دون مساعدة الإنسان، يصبح السفر مسافات طويلة صعبا بالنسبة إلى معظم الأنواع، بل يكاد يكون مستحيلا. كانت هذه الحقيقة جوهرية بالنسبة إلى داروين. فقد تطلبت نظريته عن النشوء والارتقاء أن ينشأ كل نوع في مكان منشأ واحدا. ولينتشر من ذلك المكان، كان هذا النوع إما ينزلق وإما يسبح وإما يقفز وإما يزحف وإما يرمي بذوره لتحملها الريح. ورأى داروين أنه حتى الكائن الحي



الشكل رقم (33): خفاش بُني صغير (Myotis lucifugus) مع متلازمة الأنف الأبيض

(*) كائنات مُحبة للبرودة، تزدهر في درجات حرارة تتراوح بين -20 و+10 سيليزية، واسمها من الإغريقية، المحبة للبرودة. [المترجمان].

(**) من عائلة الفطريات السوطية Filamentous Fungi. [المترجمان].

المستقر، مثل الفطر، في حال منحه مهلة كافية، يمكن أن يصبح واسع الانتشار. لكن حدود الانتشار هي التي جعلت الأشياء مثيرة للاهتمام. وهذا فسَّر سبب غنى الحياة، كما فسر في الوقت نفسه، سبب وجود الأنماط التي يمكن تمييزها وسط ذلك التنوع. على سبيل المثال، قدمت الحواجز التي تفرضها المحيطات تفسيرا لسبب وجود مساحات شاسعة من أمريكا الجنوبية، وأفريقيا، وأستراليا «متشابهة تماما» في المناخ والتضاريس، على حد قول داروين، ولكن كل واحدة منها تقطنها مجموعات مختلفة تماما من النباتات والحيوانات. كانت المخلوقات في كل قارة قد تطورت بشكل منفصل، وبهذه الطريقة، حُولت العزلة الفيزيائية إلى تفاوت بيولوجي. وبالمثل، فإن الحواجز التي تفرضها اليابسة توضح لماذا أصبحت الأسماك في شرق المحيط الهادئ متمايزة عن الأسماك غرب الكاريبي، على الرغم من أن هاتين المجموعتين، كما كتب داروين، «لا يفصلهما سوى برزخ بنما الضيق، الذي لا يمكن سلوكه». على مستوى محلي أكثر، فإن الأنواع الموجودة على أحد جانبي سلسلة جبال أو نهر رئيسي غالبا ما تكون مختلفة عن الأنواع الموجودة على الجانب الآخر، على الرغم من أنها عادة - وبشكل ملحوظ - كانت مرتبطة بعضها ببعض. وهكذا، على سبيل المثال، لاحظ داروين أن «السهول القريبة من مضيق ماجلان يسكنها أحد الأنواع من طائر الريا Rhea، وإلى الشمال من سهول لابلاتا La Plata تسكن أنواع أخرى من الجنس نفسه، وليس نعامة حقيقية أو إيمو، مثل تلك الموجودة في أفريقيا وأستراليا».

أثارت القيود التي تحد من الانتشار اهتمام داروين بطريقة أخرى، وهذا أمر يصعب إيجاد تفسير له. كما رأى داروين مباشرة، حتى الجزر البركانية النائية، مثل جزر جالاباجوس، كانت مملوءة بالحياة. في الواقع، كانت الجزر موطنا للعديد من المخلوقات الرائعة في العالم. وحتى تكون نظريته عن التطور صحيحة، يجب أن تكون هذه المخلوقات من نسل الأنواع المستعمرة. ولكن كيف وصل المستعمرون الأصليون؟ في حالة جالاباجوس كانت تفصل هذا الأرخبيل عن ساحل أمريكا الجنوبية خمسمائة ميل من المياه المفتوحة. وقد أثارت هذه المشكلة حيرة داروين بشكل كبير حتى أنه قضى أكثر من عام في محاولة لنسخ الظروف المحيطة بعبور المحيط في حديقة منزله في مدينة كينت. جمع البذور وغمرها في أحواض المياه

المالحة. كل بضعة أيام، كان يستخرج بعض البذور ويزرعها. أثبت هذا العمل أنه مستهلك للوقت، وقد كتب إليّ صديق يقول: «وجدت أنه يجب تجديد الماء كل يومين، لأنه يبعث برائحة فظيعة»[1]. لكنه كان يعتقد أن النتائج كانت واعدة[2]. فبذور الشعير نمت بعد أربعة أسابيع من غمرها في الماء، وبذور الرشاد بعد ستة أسابيع، على الرغم من أن البذور «أفرزت كمية مدهشة من مادة مخاطية». إذا كان التيار يتدفق في المحيط بمعدل يقرب من ميل واحد في الساعة، فعلى مدى ستة أسابيع يمكن أن تُحْمل البذور مسافة أكثر من ألف ميل. وماذا عن الحيوان؟ هنا أصبحت أساليب داروين أكثر تكلفا وزخرفة. قطع قدمي بطة وعلقهما في حوض مملوء بفراخ الحلزون. بعد أن ترك قدمي البطة منقوعتين في ذلك الحوض فترة من الوقت، رفعهما وطلب من أطفاله حساب عدد فراخ الحلزون التي تعلقت بهما. وجد داروين أن الرخويات الصغيرة[3]، بإمكانها البقاء خارج المياه حتى عشرين ساعة، وخلال هذه المدة، وفقا لحساباته، قد تتمكن البطة، التي تمتلك قدمين موصولتين بجسدها، من قطع مسافة تصل إلى ستمائة أو سبعمائة ميل. وقال داروين إنه ليس مجرد مصادفة أن الكثير من الجزر البعيدة ليست لديها ثدييات أصلية باستثناء الخفافيش، التي تستطيع أن تطير[4].

كانت لأفكار داروين حول ما أسماه «التوزيع الجغرافي» مدلولات عميقة، وبعضها لن يُدرك إلا بعد مرور عدة عقود على وفاته. وفي أواخر القرن التاسع عشر بدأ علماء الحفريات تصنيف العديد من أوجه التطابق الغريبة التي ظهرت في الحفريات التي جُمعت من قارات مختلفة. فالميسوسورس Mesosaurus، على سبيل المثال، هو من الزواحف النحيفة ذات الأسنان المفلطحة، والذي عاش خلال فترة العصر البرمي. وتظهر بقايا الميسوسورس في كل من أفريقيا وأمريكا الجنوبية اللتين يفصل بينهما محيط كامل. والجلوسوبتيرس Glossopteris هو سرخس على شكل اللسان، ينتمي أيضا إلى العصر البرمي. يمكن العثور على حفرياته في أفريقيا، وفي أمريكا الجنوبية، وفي أستراليا. وبما أنه كان من الصعب أن نرى كيف تمكن زاحف كبير من عبور المحيط الأطلسي، أو كيف تمكنت نبتة ما من عبور كل من المحيط الأطلسي والمحيط الهادئ، جرى استحضار جسور اليابسة الكبيرة التي تمتد عدة آلاف من الأميال. لا أحد يعلم لماذا اختفت هذه

الجسور العابرة للمحيط، أو إلى أين ذهبت؛ ويُعتقد أنها غرقت تحت الأمواج. في السنوات الأولى من القرن العشرين توصل عالم الأرصاد الجوية الألماني ألفريد فيغنر Alfred Wegener إلى فكرة أفضل.

فقد كتب: «لا بد أن تكون القارات قد تحركت، ولا بد أن أمريكا الجنوبية كانت تقع بجوار أفريقيا وكانتا تشكلان كتلة موحدة... ولا بد أن هذين الجزأين انفصلا تدريجيا على مدى ملايين السنين مثل قطعة جليد متصدعة في الماء»[5]. وافترض فيغنر أن جميع القارات الحالية كانت في مرحلة معينة تشكل قارة عملاقة واحدة، تُدعى بانجيا Pangaea. تعرضت نظرية فيغنر عن «الانجراف القاري» continental drift، للسخرية على نطاق واسع خلال حياته، لكن، بطبيعة الحال، وإلى حد كبير، بُرهِن عليها باكتشاف تكتونية الصفائح plate tectonics.

إحدى السمات المدهشة لعصر الأنثروبوسين Anthropocene تتمثل في مزج الفوضى التي أحدثها في مبادئ التوزيع الجغرافي. فإذا كانت الطرق السريعة، والمساحات الخالية من الأشجار، ومزارع فول الصويا هي التي تكوِّن الجزر في الأماكن التي لم تكن موجودة فيها من قبل، فإن التبدل التجاري العالمي والسفر حول العالم يفعلان العكس: فهما لا يعترفان بالبعد حتى بالنسبة إلى أكثر الجزر بعدا. عملية إعادة مزج النباتات والحيوانات في العالم، والتي بدأت ببطء، على طول طرق الهجرة البشرية المبكرة، تسارعت في العقود الأخيرة، إلى النقطة التي أصبحت فيها النباتات غير المحلية في بعض أجزاء العالم أكثر عددا من النباتات المحلية. خلال أي فترة من أربع وعشرين ساعة، يقدر أن عشرة آلاف نوع مختلف تُنقل في جميع أنحاء العالم فقط في مياه الصابورة ballast water(*)[6]. وهكذا يمكن لأي ناقلة نفط عملاقة (أو حتى لأي راكب طائرة نفاثة) إلغاء ملايين السنين من الانفصال الجغرافي، وقد أطلق أنتوني ريتشياردي Anthony Ricciardi، وهو متخصص في الأنواع الدخيلة في جامعة ماكجيل McGill University، على إعادة الخلط الحالية للكائنات الحية على الأرض لقب «حادث غزو جماعي». وهذا الحادث، على حد وصفه، «غير مسبوق» في تاريخ الكوكب[7].

(*) مياه الصابورة هي المياه التي توضع في خزانات السفينة للحفاظ على توازنها، خصوصا عندما تُفرغ حمولتها. [المحرر].

شاء القدر أن أكون من سكان شرق مدينة ألباني، أي على مسافة قريبة نسبيا من الكهف الذي اكتشفت فيه الدفعات الأولى من الخفافيش الميتة. في الوقت الذي علمت فيه بما يجري، انتشرت متلازمة الأنف الأبيض، كما أصبحت معروفة، حتى ولاية فرجينيا الغربية وقتلت نحو مليون خفاش. هاتفت آل هيكس، فاقترح أن أنضم إليهم في التعداد التالي، خصوصا أن موسم إحصاء أعداد الخفافيش قد عاد، وفي صباح بارد وغائم التقينا في موقف للسيارات ليس بعيدا عن مكتبه. من هناك، اتجهنا نحو الشمال تقريبا، نحو جبال أديرونداكس Adirondacks.

بعد نحو ساعتين، وصلنا إلى قاعدة جبل غير بعيد عن بحيرة شامبلين. ففي القرن التاسع عشر، وأيضا خلال الحرب العالمية الثانية، كانت جبال الأديرونداكس من المصادر الرئيسية لخام الحديد، وقد حُفرت المناجم عميقا في تلك الجبال. عندما نفد الخام، هجر الناس تلك المناجم، التي استعمرتها الخفافيش. ومن أجل التعداد، كنا متجهين إلى منجم كان ذات يوم يُعرف بمنجم بارتون هيل Barton Hill. كان المدخل في منتصف سفح الجبل، الذي كان مغطى بعدة أقدام من الثلج. في الطريق، كان أكثر من عشرة أشخاص يقفون من حولنا يحركون أقدامهم لمقاومة البرد. معظمهم، مثل هيكس، عمل في ولاية نيويورك، ولكن كان هناك أيضا اثنان من علماء الأحياء من المؤسسة الأمريكية للأسماك والحياة البرية، وروائي محلي كان يجري أبحاثا من أجل كتاب كان يأمل في نسج حبكة ثانوية في روايته حول متلازمة الأنف الأبيض.

ارتدى الجميع أحذية الثلوج، باستثناء الروائي، الذي على ما يبدو لم تصله الرسالة التي توصي بجلب زوج من تلك الأحذية. كان الثلج جليديا وكان السير بطيئا، لذا استغرق الأمر ربما نصف ساعة لنقطع نصف ميل. بينما كنا ننتظر الروائي للحاق بنا - حيث كان يواجه مشكلة مع الانجرافات بعمق ثلاث أقدام - تحولت المحادثة إلى المخاطر المحتملة لدخول منجم مهجور. وقيل لي إن هذه المخاطر تشمل التعرض للسحق بواسطة الصخور المتساقطة، والتسمم عن طريق تسرب الغاز، والانزلاق والسقوط من ارتفاع مائة قدم أو أكثر. بعد نصف ساعة آخر أو نحو ذلك، وصلنا إلى مدخل المنجم - الذي هو في الأساس عبارة عن حفرة كبيرة في سفح الجبل. كانت الحجارة أمام المدخل بيضاء بسبب فضلات الطيور، وكانت

الثلوج مغطاة بآثار المخالب. من الواضح أن الغربان وذئاب القيوط اكتشفت أن تلك البقعة كانت مكانا سهلا لالتقاط الغذاء.

قال هيكس: «يا إلهي!» كانت الخفافيش ترفرف وهي تدخل إلى المنجم وتخرج منه، وفي بعض الحالات كانت تزحف على الثلج. ذهب هيكس للإمساك بأحدها؛ كان خمولا إلى درجة أنه أمسك به من المحاولة الأولى. حمله بين إبهامه والسبابة، ثم قطع عنقه، ووضعه في كيس بلاستيكي لتخزين الطعام. وأعلن «سيكون المسح قصيرا اليوم».

خلعنا أحذيتنا الخاصة بالثلج، ووضعنا على رؤوسنا الخوذات والمصابيح الأمامية، وسرنا على شكل طابور إلى داخل المنجم، في نفق طويل ومائل. تناثرت حزم الضوء على الأرض، وحلَّقت الخفافيش تجاهنا من خلال الظلام. نبه هيكس الجميع كي يأخذوا حذرهم. وقال محذرا: «هناك أماكن إذا خطوت فيها لن تستطيع التراجع». كان النفق ملتويا، وأحيانا كان يؤدي إلى غرف بحجم صالات الحفلات مجهزة بأنفاق جانبية تؤدي إلى الخروج منها. اكتسبت بعض الغرف أسماء؛ وعندما وصلنا إلى بقعة تشبه قبو الدفن، تُعرف باسم قسم دون توماس Don Thomas، انقسمنا إلى مجموعات لبدء المسح. كانت العملية تتكون من تصوير أكبر عدد ممكن من الخفافيش (وفي وقت لاحق، عندما نعود إلى ألباني، سيتولى شخص يجلس أمام شاشة كمبيوتر مهمة عد جميع الخفافيش الموجودة في الصور). ذهبت مع هيكس، الذي كان يحمل آلة تصوير ضخمة، وأحد علماء الأحياء من مؤسسة الأسماك والحياة البرية، والذي كان لديه مؤشر ليزر. الخفافيش حيوانات اجتماعية للغاية، وفي المنجم كانت تتدلى من السقف الصخري على شكل عناقيد محتشدة. وكان معظمها من الخفافيش البنية الصغيرة Myotis lucifugus أو lucis في لغة إحصاء الخفافيش. هذه هي الخفافيش المهيمنة في شمال شرق الولايات المتحدة، والنوع الأكثر احتمالا لأن يُشاهَد وهو يرفرف في ليلة صيفية. وكما يوحي الاسم، فهذه الخفافيش صغيرة - فقط نحو خمس بوصات طولا وعُشري أوقية في الوزن - وبنية اللون، مع وجود فراء ذات لون أفتح على بطونها (الشاعر راندال جاريل Randall Jarrell وصفها بأنها «لون القهوة المضافة إليها كريمة»)[8]. كانت في تدليها من السقف، وبأجنحتها المطوية، تبدو أشبه بكرة صوف رطبة. كانت هناك

أيضا الخفافيش ذات القدمين الصغيرتين Myotis leibii، والتي يمكن التعرف إليها من خلال وجوهها الداكنة، وخفافيش إنديانا Myotis sodalis، التي، حتى قبل ظهور متلازمة الأنف الأبيض، كانت مدرجة بين الأنواع المهددة بالانقراض. وفي أثناء تحركنا، كنا نزعج الخفافيش، التي كانت تصدر صوت صرير وحفيف حولنا، مثل أطفال نصف نائمين.

لم تكن متلازمة الأنف الأبيض، على الرغم من اسمها، تقتصر على أنوف الخفافيش. فمع توغلنا في أعماق المنجم، كنا نعثر دائما على خفافيش توجد على أجنحتها وآذانها بقع تدل على وجود ذلك الفطر.

ولأغراض الدراسة، قُتِل العديد منها بالإبهام والسبابة. كان يُحدَّد جنس كل خفاش ميت، ثم يوضع في كيس بلاستيكي لتخزين الطعام - حيث كان يُتَعرف على الذكر من خلاله قضيبه الصغير.

لايزال حتى اليوم غير مفهوم تماما كيف يؤدي فطر جيومايسيز المدمر إلى قتل الخفافيش. وما هو معروف هو أن الخفافيش المصابة بمتلازمة الأنف الأبيض غالبا ما تستيقظ من سباتها وتطير في جميع الأنحاء في منتصف النهار. وُضعت فرضية تقول إن الفطر، الذي يأكل فعليا جلد الخفافيش، هو الذي يسبب تهييج الحيوانات إلى درجة الاستيقاظ من سباتها. ويسبب هذا، بدوره، استهلاكها لمخزون الدهون التي كان من المفترض أن يكفيها خلال فصل الشتاء. ولكونها توشك على الموت جوعا، فإنها تخرج إلى الهواء الطلق للبحث عن الحشرات، والتي لا تكون متوافرة بالطبع في ذلك الوقت من السنة. واقْتُرِحت فرضية أخرى أيضا وهي أن الفطريات تسبب فقدان الخفافيش الرطوبة من خلال البشرة[9]، وهذا يؤدي إلى إصابتها بالجفاف، ما يدفعها إلى الاستيقاظ للذهاب والبحث عن الماء. وهكذا تستهلك مرة أخرى مخزون الطاقة المهم لديها، ما يؤدي إلى إصابتها بالهزال، والموت في نهاية المطاف.

دخلنا منجم بارتون هيل في نحو الساعة الواحدة ظهرا. وبحلول السابعة مساء كنا قد وصلنا تقريبا إلى النقطة التي بدأنا منها، عند أسفل الجبل، بيد أننا كنا هذه المرة موجودين داخله. عثرنا على رافعة صدئة ضخمة، والتي كانت تُستخدم لنقل الحديد الخام إلى السطح عندما كان المنجم يعمل. أما الطريق الذي تحتها

فقد اختفى ضمن بركة من الماء، كانت سوداء مثل نهر ستيكس Styx(*). كان من المستحيل الذهاب أبعد من ذلك، وهكذا بدأنا الصعود الطويل.

تُشبَّه حركة الأنواع حول العالم أحيانا بالروليت الروسي Russian roulette(**). كما هي الحال في الألعاب عالية المخاطر، يمكن أن يحدث شيئان مختلفان للغاية عندما يظهر كائن جديد: الأول، الذي يمكن أن يسمى خيار الغرفة الفارغة، عبارة عن لا شيء، إما لأن المناخ غير مناسب، وإما لأن المخلوق لا يمكنه العثور على ما يكفي من الطعام ليأكله، أو لأنه هو نفسه يتعرض للافتراس، أو لمجموعة من الأسباب المحتملة الأخرى، لا يتمكن القادم الجديد من البقاء (أو على الأقل يفشل في التكاثر). معظم عمليات الإدخال المحتملة لا تُسجَّل - بل في الواقع، تُتَجَاهل تماما - لذا من الصعب الحصول على أرقام دقيقة؛ ولكن من شبه المؤكد أن الأغلبية العظمى من الغزاة المحتملين يعجزون عن البقاء.

في الخيار الثاني، لا يتمكن الكائن الحي الذي أُدخل من البقاء فقط، بل ينشئ أيضا جيلا جديدا، والذي بدوره ينجو ويسبب نشوء جيل آخر. وهذا ما هو معروف في مجتمع الأنواع الغازية باسم «التأسيس» establishment. مرة أخرى، من المستحيل القول على وجه اليقين كم مرة يحدث هذا الأمر؛ فالعديد من الأنواع الراسخة قد يظل وجودها محصورا في المكان الذي أُدخلت إليه، أو أنها غير ضارة إلى درجة أنه لا ينتبه إليها أحد. ولكن - وهنا حيث يأتي التشبيه بالروليت - عددا معينا يكمل الخطوة الثالثة في عملية الغزو، والتي هي «الانتشار». في العام 1916[10]، اكتُشِفت عشرات الخنافس الغريبة في مشتل بالقرب من ريفرتون، بولاية نيوجيرسي. وبحلول العام التالي انتشرت تلك الحشرات، التي تُعرف الآن باسم Popillia japonica، باسمها الأكثر شيوعا، وهو الخنافس اليابانية، في كل الاتجاهات وأصبح بالإمكان العثور عليها في مساحة تزيد على ثلاثة أميال مربعة. وفي السنة

(*) ستيكس هو نهر في الميثولوجيا الإغريقية والذي يجري سبع مرات حول عالم الأموات، وفي الإلياذة هو النهر الوحيد في العالم السفلي. [المترجمان].

(**) الروليت الروسي، لعبة حظ مميتة نشأت في روسيا، يضع الشخص الذي يمارسها رصاصة واحدة في أسطوانة المسدس، ثم يجري تدويرها بحيث لا يُعرف ما إذا كانت الرصاصة ستُطلق أم لا، وبعد ذلك يوجه المسدس نحو رأسه ويضغط على الزناد. [المحرر].

التى تلت ذلك، قفز هذا الرقم إلى سبعة أميال مربعة، وفي السنة التي بعدها إلى ثمانية وأربعين ميلا مربعا. واصلت الخنفساء توسيع أراضيها بمعدل هندسي، حيث كانت كل سنة توسعها نحو دائرة جديدة متحدة المركز، وخلال عقدين من الزمن كان بالإمكان العثور عليها من كونيكتيكت إلى ماريلاند (ومنذ ذلك الحين انتشرت إلى ألاباما جنوبا وإلى مونتانا غربا). وقدَّر روي فان دريش Roy van Driesche، الخبير في الأنواع الغازية في جامعة ماساتشوستس[11]، أنه من بين كل مائة من عمليات الإدخال المحتملة، فإن ما بين خمس وخمس عشرة سوف تنجح في تأسيس نفسها. وسيتبين أن واحدة، من بين هؤلاء الخمس إلى الخمس عشرة، هو «الرصاصة الموجودة في حجرة النار».

والسبب الذي يجعل بعض الأنواع التي يجري إدخالها قادرة على التكاثر بشكل غزير هو محل جدل. أحد الاحتمالات هو أنه بالنسبة إلى الأنواع، كما هي الحال بالنسبة إلى المحتالين، هناك مزايا للبقاء في حالة تنقل. عندما ينتقل أحد الأنواع إلى مكان جديد، خصوصا إلى قارة جديدة، يترك العديد من منافسيه ومفترسيه وراءه. هذا التخلص من الأعداء، وهو في الواقع تخلص من التاريخ التطوري، يشار إليه باسم «التحرر من العدو». هناك الكثير من الكائنات الحية التي يبدو أنها استفادت من التحرر من العدو، بما في ذلك نبتة عود الريح الأرجواني purple loosestrife، التي وصلت إلى شمال شرق الولايات المتحدة آتية من أوروبا في أوائل القرن التاسع عشر. ففي موطنها الأصلي، كانت نبتة عود الريح تواجه مختلف أنواع الأعداء المتخصصين، بما في ذلك خنفساء عود الريح ذات الحافة السوداء، وخنفساء عود الريح الذهبية، وسوسة جذر عود الريح، وسوسة زهرة عود الريح. كل هؤلاء الأعداء كانوا غائبين عندما ظهرت هذه النبتة في أمريكا الشمالية، ويساعد ذلك في تفسير سبب تمكنه من الاستيلاء على مناطق المستنقعات من وست فرجينيا إلى ولاية واشنطن. أُدخلت بعض هذه المفترسات المتخصصة أخيرا إلى الولايات المتحدة كمحاولة للسيطرة على انتشار هذا النبات. هذا النوع من الاستراتيجية المتمثلة في اللجوء إلى غازٍ لاصطياد غازٍ آخر تتمتع بسجل مختلط بالتأكيد. ففي بعض الحالات، ثبت أنها ناجحة للغاية؛ وفي حالات أخرى تبين أنها كارثة بيئية أخرى. ينتمي حلزون الذئب الوردي rosy wolfsnail - واسمه العلمي Euglandina rosea - إلى هذه

الفئة الأخيرة، حيث أُدخل إلى هاواي في أواخر خمسينيات القرن العشرين. جُلب حلزون الذئب، وموطنه أمريكا الوسطى، ليقضي على نوع أُدخل من قبل، وهو الحلزون الأفريقي العملاق giant African snail - واسمه العلمي Achatina fulica - الذي أصبح آفة زراعية. فقد ترك حلزون الذئب في الأغلب الحلزون الأفريقي وشأنه، وركز اهتمامه بدلا من ذلك على الحلزون المحلي الصغير والملون في جزر هاواي. ومن بين أكثر من سبعمائة نوع من الحلزون المستوطن الذي كان يسكن تلك الجزر[12]، انقرض الآن ما يقرب من 90 في المائة منه، والأنواع المتبقية تشهد انخفاضا حادا.

النتيجة الطبيعية لترك الخصوم القدماء تتمثل في إيجاد كائنات جديدة وساذجة لاستغلالها. وهناك مثال مشهور - ومروع - للغاية يتمثل في ثعبان الشجر البني الطويل والنحيف، واسمه العلمي Boiga irregularis أو البويّقة الشاذة. موطن هذا الثعبان هو بابوا غينيا الجديدة وشمال أستراليا، وقد وجد طريقه إلى جزيرة غوام في أربعينيات القرن العشرين، ويُحتمل أن يكون ذلك حدث خلال شحن البضائع العسكرية. يُذكر أن الثعبان الوحيد الذي يُعتبر من السكان الأصليين للجزيرة عبارة عن مخلوق صغير غير مرئي بحجم الدودة؛ وهكذا فإن الحيوانات في غوام كانت غير مهيأة على الإطلاق لثعبان البويقة الشاذة ولا لعاداته الشرهة في الأكل. افترس هذا الثعبان في طريقه معظم الطيور المحلية في الجزيرة، بما في ذلك صائد الذباب الغوامي Guam flycatcher، الذي شوهد آخر مرة في العام 1984؛ وطائر التفلق الغوامي Guam rail، والذي يعود الفضل في بقائه على قيد الحياة إلى أحد برامج التربية في الأسر؛ وحمامة الفاكهة ماريانا Mariana fruit-dove، التي انقرضت على جزيرة غوام (على الرغم من أنها لاتزال موجودة على بضع جزر أخرى أصغر حجما). قبل وصول ثعبان الشجرة، كان يوجد في غوام ثلاثة أنواع من الثدييات، جميعها خفافيش؛ أما اليوم فهناك نوع واحد فقط - ويعرف باسم ثعلب ماريانا الطائر Marianas flying fox - الذي لايزال موجودا، لكنه كذلك يعتبر مهددا بشدة بالانقراض. وفي الوقت نفسه، كانت أعداد هذا الثعبان، وهو أيضا مستفيد من التحرر من العدو، تتضاعف بشكل جنوني. في ذروة «التزايد الفجائي» irruption، كما يُسمى أحيانا، لأعداد هذا الثعبان، وصلت كثافته إلى حدود أربعين

ثعبانا للفدان الواحد. لقد كان الدمار الذي أحدثه ثعبان الشجرة البنية هائلا إلى درجة أنه عمليا لم تتبقَّ لديه حيوانات محلية كي يلتهمها؛ وفي الوقت الحاضر يتغذى الثعبان في الأغلب على متطفلات أخرى، مثل السقنقور skink الغريب، وهو عبارة عن سحلية أُدخلت أيضا إلى غوام من بابوا غينيا الجديدة. ويحذر الكاتب ديفيد كوامين أنه في حين أنه من السهل شيطنة ثعبان الشجرة البني، فإن هذا الحيوان ليس شريرا. فهو مجرد كائن لا أخلاقي وموجود في المكان الخطأ. ثم يقول إن ما فعله ثعبان البويقة الشاذة في غوام، «هو بالضبط ما فعله الإنسان العاقل في جميع أنحاء الكوكب، وهو أنه حقق نجاحا مذهلا على حساب الأنواع الأخرى»[13].

ومع إدخال مسببات الأمراض، لايزال الوضع كما هو تقريبا. فالعلاقات طويلة الأجل بين مسببات الأمراض ومضيفيها غالبا ما تطغى عليها الصبغة العسكرية. فالطرفان منخرطان في «سباق تسلح تطوري»، يتعين على من يريد البقاء فيه أن يمنع الطرف الآخر من تجاوزه بمسافة بعيدة. عندما يظهر مُمْرِض جديد تماما، فإن ذلك يشبه جلب بندقية إلى قتال بالسكاكين. فإذا لم يسبق للمضيف الجديد أن واجه الفطر (أو الفيروس أو البكتيريا) من قبل، فإنه لا يملك دفاعات ضدها. يمكن أن تكون مثل هذه «التداخلات الجديدة»، كما يطلق عليها، مميتة بشكل مذهل. في القرن التاسع عشر كان الكستناء الأمريكي هو الشجرة النفضية المهيمنة في الغابات الشرقية؛ وكانت في أماكن مثل كونيكتيكت، تشكل ما يقرب من نصف الأخشاب القائمة (فالشجرة التي تستطيع أن تنمو مجددا من الجذور، تُعتبر في حالة جيدة حتى عندما تُقطع بشكل جائر[14]؛ وكتب عالم أمراض النبات جورج هبتينغ George Hepting ذات مرة: «لم يكن سرير الطفل هو الوحيد المحتمل أن يكون مصنوعا من خشب الكستناء، بل كانت الاحتمالات تشير إلى تابوت الرجل العجوز أيضا»)[15]. ثم، ومع بداية القرن الحالي، ظهر فطر Cryphonectria parasitica المسؤول عن آفة الكستناء، حيث يُعتقد أنه استُورِد إلى الولايات المتحدة من اليابان. وبما أن أشجار الكستناء الآسيوية نشأت بشكل مشترك مع فطرCryphonectria parasitica، فإنها كانت قادرة على مواجهته بسهولة، ولكن بالنسبة إلى النوع الأمريكي من الكستناء، فقد تبين أن هذا الفطر قاتل بنسبة 100 في المائة تقريبا. وبحلول خمسينيات القرن العشرين، كان قد قُضي عمليا على كل شجرة كستناء

في الولايات المتحدة - نحو أربعة مليارات شجرة. واختفت معها عدة أنواع من العث التي كانت تعتمد على تلك الشجرة. ويُعتقد أن «حداثة» فطر التشيتريد هي السبب الذي جعله قاتلا كذلك. وهذا يفسر سبب الاختفاء المفاجئ لجميع الضفادع الذهبية من جدول الألف ضفدع، وسبب أن البرمائيات بشكل عام أصبحت الكائنات الأكثر تعرضا للخطر على كوكب الأرض.

وحتى قبل تحديد سبب متلازمة الأنف الأبيض، اشتبه آل هيكس وزملاؤه في الأنواع المدخلة. وبغض النظر عن الشيء الذي كان يسبب قتل الخفافيش، يُعتقد أنه شيء لم تسبق لهم مواجهته من قبل، نظرا إلى أن معدل الوفيات كان مرتفعا جدا. وفي الوقت نفسه، كانت هذه المتلازمة تنتشر من شمال ولاية نيويورك في نمط مباشر تقليدي. وبدا أن هذا الأمر يشير إلى أن القاتل قد حط رحاله بالقرب من ألباني. وما يبعث على التأمل هو أنه عندما انتشرت أخبار النفوق في مختلف أرجاء البلاد، أرسل أحد هواة اكتشاف الكهوف إلى هيكس بعض الصور التي التقطها على بعد أربعين ميلا غرب المدينة. كانت الصور مؤرخة من العام 2006، قبل عام كامل من اتصال زملاء هيكس به ليقولوا له «يا إلهي»، وأظهرت الصور أنه كان يوجد على الخفافيش أعراض واضحة من متلازمة الأنف الأبيض. وكان هذا الهاوي قد التقط تلك الصور في كهف متصل بهاو كافرنيس Howe Caverns، وهو موقع سياحي شهير يقدم العديد من عوامل الجذب، من بينها جولات للتصوير ورحلات بالقوارب تحت الأرض.

قال لي هيكس: «من المثير للاهتمام أن أول تسجيل لدينا عن هذا الموضوع هو الصور المأخوذة من كهف تجاري في نيويورك يزوره نحو مائتي ألف زائر في السنة».

أصبحت الأنواع المستقدمة الآن جزءا من المشاهد الطبيعية الكثيرة التي توجد بها لدرجة أنك من المحتمل لو ألقيت نظرة خارج نافذتك سترى بعضا منها. من المكان الذي أجلس فيه، في غرب ماساتشوستس، أرى العشب، الذي زرعه شخص ما في مرحلة ما والذي هو بالتأكيد ليس أصليا في نيو إنغلاند. (تقريبا كل الأعشاب في المروج الأمريكية تأتي من مكان ما آخر، بما في ذلك العشب كلئية كنتاكي المرجية Kentucky bluegrass). بما أن المرج الخاص لا يحظى بعناية جيدة، فإنني أرى أيضا الكثير من الهندباء dandelions، التي جاءت من أوروبا وانتشرت في كل

مكان تقريبا، وكذلك خردل الثوم garlic mustard، الذي جاء أيضا من أوروبا، ولسان الحمل الكبير broad-leaf plantains، وهو غاز آخر من أوروبا. (يبدو أن هذه النبتة قد وصلت مع أول المستوطنين البيض وكانت دليلا موثوقا جدا على وجودهم لدرجة أن الأمريكيين الأصليين كانوا يشيرون إليها باسم «خطى الرجال البيض»). إذا قمت من مكتبي وسرت على حافة المرج، يمكنني أيضا العثور على: الوردة متعددة الأزهارmultiflora rose، وهي من الأنواع الغازية والشائكة القادمة من آسيا؛ والجزر الشائع Queen Anne's lace، وهي نبتة أخرى استُقدمت من أوروبا؛ والأرقطيون burdock، المستقدم أيضا من أوروبا؛ والمغد الحلو المر الشرقي oriental bittersweet الذي يدل اسمه على أصوله. ووفقا لدراسة أُجريت على عينات في معاشب ماساتشوستس[16]، ما يقرب من ثلث جميع الأنواع النباتية الموثقة في الولاية هي من «الوافدين الجدد المتجنسين». إذا حفرت بضع بوصات، سوف أجد ديدان الأرض، والتي هي أيضا من «الوافدين الجدد». قبل وصول الأوروبيين، لم يكن في نيو إنغلاند ديدان الأرض الخاصة بها؛ حيث قُضي على جميع ديدان المنطقة في آخر عصر جليدي، وحتى بعد عشرة آلاف عام من الدفء النسبي، لم تُعِدْ ديدان أمريكا الشمالية الأصلية استعمار المنطقة بعد. تأكل ديدان الأرض من خلال فضلات الأوراق وبهذه الطريقة تغير بشكل مثير عملية تكون التربة في الغابات. (على الرغم من أن ديدان الأرض محبوبة من قبل البستانيين، فإن الأبحاث الحديثة ربطت إدخالها بالانخفاض في أعداد السمندل المستوطن في الشمال الشرقي)[17]. وفي أثناء كتابة هذه السطور، يبدو أن عديدا من الغزاة الجدد الذين يحتمل أن يكونوا كارثيين هم الآن في طور الانتشار في ماساتشوستس. وتشمل هذه الأنواع، بالإضافة إلى جيومايسيز المدمِّر، الخنفساء الآسيوية ذات القرون الطويلة Asian long-horned beetle، وهي مستوردة من الصين وتتغذى على مجموعة متنوعة من أشجار الخشب الصلب؛ وحفار شجرة الدردار الزمردي emerald ash borer، وهو أيضا من آسيا، والذي تحفر يرقاته أنفاقا في أشجار الدردار وبالتالي تقتلها؛ وبلح البحر المخطط zebra mussel، المستورد من المياه العذبة في أوروبا الشرقية والذي يتمتع بعادة سيئة، وهي أنه يلتصق بأي سطح متاح ويستهلك كل شيء في عمود الماء.

تقول لافتة منصوبة بجوار بحيرة على الطريق المؤدي من مكان سكني: «أوقفوا المتطفلين المائيين. نظفوا جميع معدات الاستجمام». تظهر اللافتة صورة لقارب مغطى بالكامل ببلح البحر المخطط، كأن شخصا ما قد طلاه بطريق الخطأ بالرخويات بدلا من الطلاء.

أينما كنت تقرأ هذا، فسيكون مسار القصة هو نفسه تقريبا، وهذا لا ينطبق فقط على أجزاء أخرى من الولايات المتحدة ولكن في جميع أنحاء العالم. هناك قاعدة بيانات تُدعى DAISIE متخصصة في الأنواع الغازية في أوروبا، وتتولى تعقب أكثر من اثني عشر ألف نوع. وهناك أيضا APASD (أي قاعدة بيانات الأنواع الغريبة في منطقة آسيا والمحيط الهادئ the Asian-Pacific Alien Species Database). و FISNA (أي شبكة الأنواع الغازية للغابات في أفريقيا the Forest Invasive Species Network for Africa)، وIBIS (أي قاعدة بيانات التنوع البيولوجي والأنواع الغازية للجزرIsland Biodiversity and Invasive Species Database)، وNEMESIS (أي نظام المعلومات الوطني عن الأنواع الغريبة المستوطنة للبحار ومصبات الأنهار the National Exotic Marine and Estuarine Species Information System) وجميعها تتعقب الآلاف من الأنواع الأخرى. وفي أستراليا، المشكلة حادة لدرجة أنه منذ مرحلة ما قبل المدرسة، يُجند الأطفال في جهود المكافحة. ويحث مجلس المدينة في تاونسفيل Townsville، شمالي بريزبن Brisbane، الأطفال على «الصيد المنتظم» لضفادع القصب، والتي كانت قد أدخلت عمدا، ولو بشكل كارثي، في ثلاثينيات القرن العشرين للسيطرة على خنافس قصب السكر. (فضفادع القصب سامة، وعندما تأكلها الأنواع المحلية المطمئنة لها، مثل الدصيور (السنور الجرابي) الشمالي northern quoll، فإنها تموت). وللتخلص من الضفادع بطريقة إنسانية، يطلب المجلس من الأطفال «تبريدها في الثلاجة مدة 12 ساعة» ثم وضعها «في الفريزر 12 ساعة أخرى»[18]. ووجدت دراسة حديثة لزوار القارة القطبية الجنوبية أنه في موسم صيفي واحد، جلب السياح والباحثون معهم أكثر من سبعين ألف بذرة من القارات الأخرى[19]. وقد سبق لنوع عشبي من أوروبا، يُدعى القبأ الحولي Poa annua، أن استقر على القارة القطبية الجنوبية؛ وبما أن القارة القطبية الجنوبية لديها نوعان من النباتات الوعائية الأصلية فقط، فهذا يعني أن ثلث نباتاتها الوعائية هي الآن أنواع غازية.



الشكل رقم (34): تنبيه لأصحاب القوارب
على جميع أصحاب القوارب تعبئة نموذج إقرار بتنظيف القارب قبل الانطلاق
ساهموا في منع انتشار بلح البحر المخطط

من وجهة نظر الكائنات الحية في العالم، يمثل السفر العالمي ظاهرة جديدة جذريا، وفي الوقت نفسه، استعادة للظاهرة القديمة. فتباعد القارات بعضها عن بعض الذي استنتجه فيغنر من سجل الحفريات يُحول الآن في الاتجاه المعاكس - وهذه طريقة أخرى يعيد فيها البشر التاريخ الجيولوجي إلى الخلف وبسرعة عالية. انظر إلى الأمر بوصفه نسخة محسنة من تكتونية الصفائح، بل من دون الصفائح. فمن خلال نقل الأنواع الآسيوية إلى أمريكا الشمالية، وأنواع أمريكا الشمالية إلى أستراليا، والأنواع الأسترالية إلى أفريقيا، والأنواع الأوروبية إلى القارة القطبية الجنوبية، فإننا، في المحصلة، نعيد تجميع العالم في قارة عظمى وهائلة - واحدة هائلة، وهو ما يشير إليه علماء الأحياء في بعض الأحيان باسم بانجيا الجديدة New Pagaea.

يعتقد أن كهف Aeolus أيولس، الذي يقع في منحدر تل مشجر في مدينة دورست Dorset، بولاية فيرمونت، هو أكبر ملجأ شتوي للخفافيش في إقليم نيو

إنغلاند؛ ويقدر أنه قبل أن ينتشر وباء الأنف الأبيض، أن تقريبا ثلاثمائة ألف خفاش - بعضها من أماكن بعيدة مثل أونتاريو ورود آيلاند – جاءت هناك لقضاء الشتاء. بعد أسابيع قليلة من ذهابي مع هيكس إلى منجم بارتون هيل، دعاني إلى مرافقته إلى أيولس Aeolus. وقد نظمت هذه الرحلة إدارة الأسماك والحياة البرية في فيرمونت، وفي أسفل التل، بدلا من ربط أحذية الثلوج، تكدسنا كلنا على عربات الثلوج. توغل درب الجبل في سلسلة طويلة من التعرجات. كانت درجة الحرارة نحو خمس وعشرين درجة فهرنهايت – وهي منخفضة للغاية بحيث لا يمكن للخفافيش أن تكون نشطة، ولكن عندما أوقفنا عربات الثلج بالقرب من مدخل الكهف استطعت رؤية الخفافيش ترفرف. أعلن كبير مسؤولي ولاية فيرمونت، سكوت دارلينغ Scott Darling، أنه قبل الذهاب إلى أبعد من ذلك، يتعين علينا جميعا وضع قفازات اللاتكس وارتداء بدلات التايفيك Tyvek(*). بدا لي أن الأمر ينطوي على قدر من الارتياب – وهذه لفتة مأخوذة من الحبكة الثانوية التي أدخلها الروائي حول متلازمة الأنف الأبيض. على أي حال، سرعان ما أدركت المغزى من ذلك.

نشأ كهف أيولس بواسطة تدفق المياه على مدى آلاف السنين. ولإبعاد الناس، أغلقت منظمة الحفاظ على الطبيعة Nature Conservancy، التي تمتلك الكهف، مدخله بشرائح حديد ضخمة. وبواسطة مفتاح، يمكن إزالة واحدة من الشرائح الأفقية؛ وهذا يخلق فجوة ضيقة يمكن الزحف أو الانزلاق من خلالها. على الرغم من البرد، كانت هناك رائحة مقززة تنبعث من الفجوة – وهي رائحة تذكّر بمزرعة الطرائد ومكب النفايات معا. كان الطريق الحجري المؤدي إلى البوابة مكسوا بالجليد ويصعب السير عليه. عندما جاء دوري، حشرتُ نفسي بين الشرائح وانزلقت على الفور نحو شيء ناعم وشديد الرطوبة. وهنا أدركت، عندما نهضتُ مرة أخرى، أنها كومة من الخفافيش الميتة.

غرفة مدخل الكهف، المعروفة باسم صالة غوانو Guano Hall، ربما يكون عرضها 30 قدما وارتفاعها عشرين قدما من الأمام. ولكنها تضيق وتنحدر نحو الخلف. والأنفاق التي تتفرع خارجة من هناك لا يمكن الوصول إليها إلا من قبل

(*) هي ماركة من ألياف البولي إيثلين عالية الكثافة، وهي مادة اصطناعية؛ الاسم علامة تجارية مسجلة ويُستخدم للحماية. [المترجمان].

هواة استكشاف الكهوف، أما الأنفاق التي تتفرع من هذه الأنفاق فلا يمكن الوصول إليها إلا من قبل الخفافيش. عندما نظرت إلى صالة غوانو، كان لدي إحساس بأنني كنت أحدق في مريء عملاق. كان المشهد، في العتمة، مروعا. كانت هناك كتل جليدية طويلة تتدلى من السقف، ومن الأرض كانت ترتفع عُقد جليدية كبيرة، مثل المرجَّلات المرجانية polyps. كانت الأرض مغطاة بالخفافيش الميتة، ولاحظت أن بعض العقد الجليدية قد تجمدت الخفافيش بداخلها. كانت هناك خفافيش خاملة ترقد على السقف، وكذلك خفافيش أخرى مستيقظة تماما، تقلع وتطير حولنا، وأحيانا تصطدم بنا مباشرة.

من غير الواضح لماذا تتراكم جثث الخفافيش في بعض الأماكن، في حين أنها تؤكل في بعضها الآخر أو أنها تختفي بطريقة أو بأخرى. رأى هيكس أن الظروف في أيولس كانت قاسية جدا لدرجة أن الخفافيش لم تكد تخرج حتى من الكهف قبل أن تسقط ميتة. كان هو ودارلينغ يخططان لعمل تعداد للخفافيش في قاعة غوانو، ولكن سرعان ما تُخلي عن هذه الخطة لمصلحة جمع العينات. أفاد دارلينغ بأن العينات ستذهب إلى متحف التاريخ الطبيعي الأمريكي، بحيث يكون هناك على الأقل سجل لمئات الآلاف من الخفافيش البنية الصغيرة والخفافيش الشمالية ذات الأذنين الطويلتين والخفافيش ثلاثية الألوان التي أمضت فصل الشتاء ذات مرة في كهف أيولس. وقال: «قد تكون هذه واحدة من آخر الفرص». وبعكس المناجم، التي لم توجد إلا منذ بضعة قرون على أكثر تقدير، فقد أشار إلى أن كهف أيولس موجود منذ آلاف السنين. ومن المحتمل أن الخفافيش كانت تمضي سباتها الشتوي هناك، جيلا بعد جيل، منذ كُشف عن مدخل الكهف في نهاية العصر الجليدي الأخير.

قال دارلينغ: «ذلك ما يجعل هذا الأمر مثيرا للغاية - إنه يكسر السلسلة التطورية». بدأ هو وهيكس في التقاط الخفافيش الميتة من الأرض. الجثث التي كانت شديدة التحلل رُميت، أما تلك التي كانت بشكل أو بآخر سليمة فقد حُدد جنسها ووضِعت في أكياس بلاستيك متوسطة الحجم. ساعدت من خلال الإمساك بالحقيبة الخاصة بالإناث الميتة، والتي سرعان ما أصبحت ممتلئة وتم البدء بملء كيس آخر. عندما بلغ عدد العينات التي جمعت نحو خمسمائة، قرر دارلينغ أن

الوقت قد حان للذهاب. تريث هيكس؛ فقد أحضر معه آلة تصويره الضخمة وقال إنه يريد التقاط مزيد من الصور. في الساعات التي كنا ننزلق فيها في الكهف نمت المذبحة بشكل أكثر غرابة؛ سُحق العديد من جثث الخفافيش، والآن كان هناك دم يخرج منها. بينما أنا في طريقي نحو المدخل، صاح هيكس من خلفي: «لا تدوسي على أي خفافيش ميتة». استغرق الأمر مني بعض الوقت لأدرك أنه كان يمزح.

يصعب القول متى، بالضبط، بدأ مشروع بانجيا الجديدة. إذا كنت تعد البشر نوعا من الأنواع الغازية - وقد أطلق الكاتب المتخصص في مجال العلوم آلان بورديك Alan Burdick على الإنسان العاقل Homo sapiens وصف «الغازي الأكثر نجاحا في التاريخ البيولوجي وفق زعم الكثيرين» - فإن هذه العملية تعود إلى مائة وعشرين ألف سنة أو نحو ذلك، أي إلى الفترة التي هاجر فيها البشر الحديثون أول مرة من أفريقيا[20]. وبحلول الوقت الذي اندفع فيه البشر إلى أمريكا الشمالية، أي منذ نحو ثلاثة عشر ألف عام، كانوا قد روَّضوا الكلاب، التي أحضروها معهم عبر جسر يابسة بيرنجيا Bering land bridge[21]. البولينيزيون الذين استقروا في هاواي منذ نحو ألف وخمسمائة عام لم يكن يرافقهم الجرذان فقط ولكن أيضا القمل والبراغيث والخنازير. بدأ اكتشاف العالم الجديد في إثارة مقايضة بيولوجية شاسعة - ما يسمى بالتبادل الكولومبي Columbian Exchange - الذي أخذ العملية إلى مستوى جديد كلية. حتى في الوقت الذي كان فيه داروين يشرح مبادئ التوزيع الجغرافي، قُوضت تلك المبادئ عمدا من قبل الجماعات المعروفة باسم جمعيات التأقلم. في العام نفسه الذي نُشر فيه كتاب «أصل الأنواع»، أطلق عضو في إحدى جمعيات التأقلم ومقرها في ملبورن أول الأرانب في أستراليا. وهي تتكاثر هناك بأعداد كبيرة، كما تفعل الأرانب عادة، منذ ذلك الحين. وفي العام 1890 كانت مجموعة من نيويورك قد أخذت على عاتقها مهمة «إدخال وأقلمة مثل هذه الأنواع الأجنبية من المملكة الحيوانية والنباتية في حال ثبت أنها مفيدة أو مثيرة للاهتمام»[22]. واستوردت هذه المجموعة الزرزور الأوروبي إلى الولايات المتحدة. (من المفترض أن رئيس المجموعة كان يريد أن يحضر إلى أمريكا جميع الطيور المذكورة في أعمال شكسبير). والزرازير المائة التي أُطلقت في سنترال بارك أصبحت أعدادها اليوم تفوق المائتي مليون.

لايزال الأمريكيون في كثير من الأحيان اليوم يعمدون إلى استيراد «الأصناف الأجنبية» التي يعتقدون أنها «قد تثبت أنها مفيدة أو مثيرة للاهتمام». فكتالوجات الحدائق تمتلئ بالنباتات غير المحلية، كما تمتلئ كتالوجات أحواض السمك بالأسماك غير المحلية. ووفقا للمدخل المتعلق بالحيوانات الأليفة في (موسوعة الغزوات البيولوجية Encyclopedia of Biological Invasions)، يُجلب كل عام مزيد من الأنواع غير المحلية من الثدييات والطيور والبرمائيات والسلاحف، والسحالي، والثعابين إلى الولايات المتحدة، وذلك بأعداد تفوق ما تمتلكه البلاد من الأنواع المحلية من هذه المجموعات[23]. في هذه الأثناء، مع ازدياد وتيرة وحجم التجارة العالمية، يزداد كذلك عدد الواردات العرضية. الأنواع التي لم تستطع أن تنجو في أثناء عبورها المحيطات في قاع زورق أو في سفينة صيد الحيتان، قد تتحمل بسهولة القيام بالرحلة نفسها في حوض الصابورة التابع لسفينة شحن حديثة أو بطن طائرة أو في حقيبة سياحية. وحديثا وجدت دراسة للأنواع غير المحلية في المياه الساحلية لأمريكا الشمالية أن «معدل زيادة الغزوات المبلغ عنها قد ارتفع بشكل كبير خلال المائتي سنة الماضية»[24]. وقد عزت تسارع هذه الوتيرة إلى زيادة كميات السلع التي تُنقل وكذلك إلى زيادة السرعة التي تُنقل بها. يقدر مركز أبحاث الأنواع الغازية Center for Invasive Species Research، والذي مقره في جامعة كاليفورنيا ريفرسايد، أن كاليفورنيا تحصل الآن على أحد الأنواع الغازية الجديدة كل ستين يوما. هذا المعدل بطيء مقارنة مع هاواي، حيث يضاف غاز جديد كل شهر. (من أجل المقارنة، تجدر الإشارة إلى أنه قبل أن يستقر البشر في هاواي، يبدو أن أنواعا جديدة قد نجحت في تأسيس مكان لها على ذلك الأرخبيل بمعدل مرة كل عشرة آلاف سنة تقريبا)[25].

الأثر الفوري لكل هذا الخلط يتمثل في ارتفاع ما يمكن أن يطلق عليه التنوع المحلي. اختر أي مكان على وجه الأرض - أستراليا أو شبه جزيرة القطب الجنوبي أو المتنزه المحلي في منطقتك - فإنك على الأرجح ستجد أنه، على مدى بضع مئات من السنوات الماضية، قد ازداد عدد الأنواع التي يمكن العثور عليها في تلك المنطقة. قبل ظهور البشر على الساحة، كانت فئات كاملة بحالها من الكائنات الحية مفقودة في هاواي؛ ولا تشمل هذه فقط القوارض ولكن أيضا البرمائيات،

والزواحف الأرضية، وذوات الحوافر. لم يكن على الجزر أي نمل أو حشرات منّ أو بعوض. في هذا المعنى، أسهم الناس في إثراء هاواي إلى حد كبير. لكن هاواي كانت، في أيامها السابقة للإنسان، موطنا لآلاف الأنواع التي لم تكن موجودة في أي مكان آخر على هذا الكوكب، وكثير من هذه الأنواع المتوطنة قد اختفى الآن أو أنه في طور الاختفاء. وتشمل الخسائر، بالإضافة إلى عدة مئات من الأنواع، الحلزون الأرضي، وعشرات من أنواع الطيور وأكثر من مائة نوع من السرخس والنباتات المزهرة. للأسباب نفسها التي جعلت التنوع المحلي، كقاعدة عامة، يتزايد، فإن التنوع العالمي - العدد الإجمالي للأنواع المختلفة التي يمكن العثور عليها في جميع أنحاء العالم – قد انخفض.

وكثيرا ما يقال إن دراسة الأنواع الغازية قد بدأت مع تشارلز إلتون Charles Elton، وهو عالم بيولوجي بريطاني نشر أهم كتاب له، وهو (إيكولوجيا الغزوات من قبل الحيوانات والنباتات The Ecology of Invasions by Animals and Plants)، في العام 1958. ولشرح الآثار المتناقضة على ما يبدو من تنقل الأنواع، استخدم إلتون تشبيه مجموعة من الأحواض الزجاجية. تخيل أن كل واحد من الأحواض مملوء بمحلول مختلف لمواد كيميائية. ثم تخيل أن كل حوض متصل بجيرانه بواسطة أنابيب طويلة وضيقة. إذا تركت صنابير الأنابيب مفتوحة لمدة دقيقة واحدة فقط كل يوم، ستبدأ المحاليل ببطء في الانتشار. المواد الكيميائية ستتحد ثانية. ستتشكل بعض المركبات الجديدة وسوف تختفي بعض المركبات الأصلية. كتب إلتون: «قد يستغرق الأمر وقتا طويلا قبل أن يصل النظام بأكمله إلى الاتزان». ولكن في النهاية، فإن جميع الأحواض ستحوي المحلول نفسه. أي كان سيُقضى على التنوع، وهذا ما كان يمكن توقعه أن يحدث تماما عبر خلق قنوات تواصل بين النباتات والحيوانات المعزولة بعضها عن بعض منذ مدة طويلة.

وقد كتب إلتون: «إذا نظرنا إلى بعيد بما فيه الكفاية نحو المستقبل، فإن الوضع النهائي للعالم البيولوجي سيصبح، ليس أكثر تعقيدا، ولكن أكثر بساطة - وأكثر فقرا»[26].

منذ أيام إلتون، حاول علماء البيئة تحديد الآثار الإجمالية للتجانس العالمي عن طريق تجربة فكرية. تبدأ التجربة بضغط جميع الكتل الأرضية في العالم وتحويلها

إلى قارة عملاقة واحدة. ثم يُستخدم قانون العلاقة بين النوع والمساحة لتقدير مدى التنوع الذي ستدعمه هذه الكتلة الأرضية. والفرق بين هذا الرقم وتنوع العالم كما هو في الواقع يمثل الخسارة التي ستنجم عن حصول تواصل كامل. في حالة الثدييات الأرضية، الفرق هو ستة وستون في المائة، أي أن العالم المكون من قارة واحدة يُتوقع أن يحتوي فقط على نحو ثلث أنواع الثدييات الموجودة حاليا[27]. بالنسبة إلى الطيور الأرضية، كان الفرق أقل من خمسين في المائة، وهذا يعني أن مثل هذا العالم سيحتوي على نصف عدد أنواع الطيور الموجودة حاليا.

إذا نظرنا إلى ما هو أبعد مما فعله إلتون - أي بعد ملايين السنين - نجد أن العالم البيولوجي سيصبح، على الأرجح، أكثر تعقيدا مرة أخرى. وعلى افتراض أن السفر والتجارة العالمية سيتوقفان في نهاية المطاف، فإن بانجيا الجديدة، من الناحية المجازية، ستبدأ في التفكك. ستنفصل القارات مرة أخرى، وسيُعاد عزل الجزر. وعندما يحدث ذلك، سوف تتطور وتنتشر الأنواع الجديدة من الغازيات التي وُزعت في جميع أنحاء العالم. ربما سوف تحصل هاواي على فئران عملاقة وأستراليا على أرانب عملاقة.

في الشتاء الذي تلا زيارتي كهف أيولس مع آل هيكس وسكوت دارلينغ، عدت مع مجموعة أخرى من علماء الأحياء البرية. كان المشهد في الكهف مختلفا جدا هذه المرة ولكن ليس أقل رعبا. على مدار السنة، كانت أكوام الخفافيش الميتة والمضرجة بدمائها قد تحللت بشكل شبه كامل، وكل ما تبقى منها كان عبارة عن سجادة من العظام الرقيقة، التي لم تكن سماكة الواحد منها تتجاوز سماكة ورقة الصنوبر.

كان كل من ريان سميث Ryan Smith، من إدارة الأسماك والحياة البرية في ولاية فيرمونت، وسوسي فون أوتنغن Susi von Oettingen، من المؤسسة الأمريكية للأسماك والحياة البرية يجريان الإحصاء هذه المرة. وقد بدآ بمجموعة من الخفافيش التي كانت معلقة في أوسع جزء من صالة غوانو. وبعد إلقاء نظرة فاحصة، لاحظ سميث أن معظم الحيوانات في المجموعة كانت ميتة بالفعل، حيث كانت أقدامها الصغيرة ملتفة حول الصخر في حالة من التخشب الموتي rigor mortis. لكنه اعتقد أنه رأى بعض الخفافيش الحية بين الجثث. وأبلغ عددها إلى فون أوتنغن، التي أحضرت قلم رصاص وبعض بطاقات الفهرسة.

قال سميث: «اثنان من الخفافيش البنية الصغيرة».

«اثنان من الخفافيش البنية الصغيرة»، كررت فون أوتنغن، وهي تدون الرقم.

توغل سميث في عمق الكهف. نادتني فون أوتنغن ثم أومأت لي نحو صدع في واجهة الصخرة. على ما يبدو في وقت ما كانت هناك عشرات الخفافيش تمضي السبات الشتوي داخله. الآن كانت هناك فقط طبقة من الوحل الأسود مرصعة بعظام بحجم عود الأسنان. وتذكرتْ أنها شاهدت، في زيارة سابقة إلى الكهف، خفاشا حيا يحاول أن يحك أو يدفع بأنفه مجموعة من الموتى. قالت: «لقد حطم قلبي».

اتضح أن الميول الاجتماعية التي تتمتع بها الخفافيش كانت هدية عظيمة بالنسبة إلى فطر جيومايسيز المدمِّر. ففي الشتاء، عندما تتجمع الخفافيش، كان القسم المصاب ينقل الفطريات إلى القسم غير المصاب. وتلك التي تصمد حتى قدوم الربيع، فإنها تنتشر، حاملة الفطر معها. بهذه الطريقة، ينتقل فطر جيومايسيز المدمر من خفاش إلى خفاش ومن كهف إلى كهف.

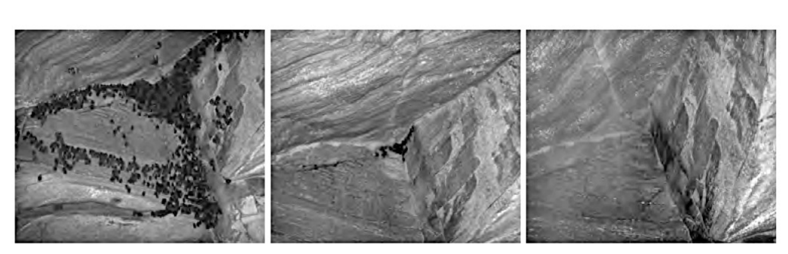
استغرق الأمر من سميث وفون أوتنغن فقط نحو عشرين دقيقة لإحصاء الخفافيش في قاعة غوانو التي تكاد تكون فارغة. وعند الانتهاء من ذلك، جمّعت فون أوتنغن الأرقام على بطاقاتها: ثمانية وثمانين خفاشا بنيا صغيرا، وخفاشا واحدا من النوع الشمالي طويل الأذن، وثلاثة خفافيش ثلاثية الألوان، وعشرين خفاشا غير محدد النوع. وصل المجموع إلى 112. كان هذا نحو جزء واحد من أصل ثلاثين جزءا من الخفافيش التي كانت تُحصى في تلك الصالة خلال سنة عادية. أخبرتني فون أوتنغن بينما نحن نشق طريقنا من خلال الفتحة الموجودة بين الشرائح الحديد: «أنت فقط لا تستطيعين مواكبة هذا النوع من الوفيات». وأشارت إلى أن الخفافيش البنية الصغيرة تتكاثر ببطء شديد – إذ تنتج الإناث جروا واحدا في السنة - لذلك حتى إذا أثبتت بعض الخفافيش في النهاية أنها مقاومة لمتلازمة الأنف الأبيض، كان من الصعب رؤية كيف يمكن أن تعود أعدادها إلى معدلها الطبيعي.

منذ ذلك الشتاء - شتاء العام 2010 - تُتُبِّع فطر جيومايسيز المدمِّر إلى أوروبا، حيث يبدو أنه منتشر على نطاق واسع. القارة لديها أنواع الخفافيش الخاصة بها، على سبيل المثال، الخفاش الكبير ذو الأذنين الفأريتين، والذي يوجد في مناطق تمتد من تركيا إلى هولندا. فهذا النوع من الخفافيش يحمل متلازمة الأنف الأبيض، ولكن لا يبدو أنه

يتأثر بها، ما يوحي بأن هذه الخفافيش تطورت جنبا إلى جنب مع الفطر المسبب لها.

في هذه الأثناء، لاتزال الحالة في نيو إنغلاند كئيبة. عدت إلى كهف أيولس من أجل التعداد في شتاء العام 2011. عُثر فقط على خمسة وثلاثين خفاشا حيا في صالة غوانو. عدت الى الكهف في العام 2012. وبعد أن تسلقنا الطريق حتى المدخل، قرر عالم الأحياء الذي كنت معه أنه من الخطأ الاستمرار: خطر إزعاج أي خفافيش قد لاتزال على قيد الحياة كان يفوق فوائد إحصاء أعدادها. صعدت مرة أخرى في شتاء العام 2013.

وعند هذه النقطة، وفقا للمؤسسة الأمريكية للأسماك والحياة البرية، فقد انتشرت متلازمة الأنف الأبيض في اثنتين وعشرين ولاية وخمس محافظات كندية وقتلت أكثر من ستة ملايين من الخفافيش. على الرغم من أن درجة الحرارة كانت تحت الصفر، فإن أحد الخفافيش طار في وجهي وأنا واقفة أمام الشرائح الحديد. أحصيت عشرة خفافيش كانت تتشبث بالواجهة الصخرية المحيطة بالمدخل؛ وكان شكل معظمها أشبه بشكل المومياءات الصغيرة المتيبِّسة. وقد نشرت إدارة الأسماك والحياة البرية في ولاية فيرمونت لافتات على شجرتين بالقرب من مدخل كهف أيولس. قالت إحداها: «هذا الكهف مغلق حتى إشعار آخر». أما اللافتة الأخرى فتنص على أن المخالفين قد يتعرضون لغرامة مالية تصل حتى «ألف دولار لكل خفاش». (لم يكن من الواضح ما إذا كانت العلامة تشير إلى الحيوانات الحية أو إلى الموتى الأكثر عددا).



الشكل رقم (35): زاوية صالة غوانو نفسها صُورت من اليسار إلى اليمين: شتاء 2009 (الخفافيش في حالة سبات)، شتاء العام 2010 (أعداد أقل من الخفافيش)، وشتاء العام 2011 (لا وجود للخفافيش)

منذ وقت ليس بالطويل، اتصلت بالسيد سكوت دارلينغ للحصول على آخر الأخبار. أخبرني بأن الخفاش البني الصغير، الذي كان يوما ما موجودا في كل مكان في ولاية فيرمونت، هو الآن مدرج رسميا باعتباره نوعا مهددا بالانقراض في الولاية. كذلك أيضا، الخفافيش الشمالية ذات الآذان الطويلة والخفافيش ثلاثية الألوان. وقال: «كثيرا ما أستخدم كلمة (يائس)»، ثم أضاف: «نحن في موقف يائس».

وتابع: «اسمحي لي بهذا الخروج الموجز عن الموضوع، لقد قرأت هذا الخبر منذ بضعة أيام. أنشأ مكان يسمى مركز فيرمونت للدراسات البيئية Vermont Center for Ecostudies موقعا إلكترونيا. ويمكن للناس التقاط صورة لأي كائن أو حتى لجميع الكائنات الحية في ولاية فيرمونت ثم تسجيلها على هذا الموقع. لو كنت قد قرأت ذلك قبل بضع سنوات، لاستغرقت في الضحك. كنت سأقول: «سيرسل لكم بعض الأشخاص صورة لشجرة الصنوبر؟ والآن، بعد ما حدث مع الخفاش البني الصغير، أتمنى لو أنهم فعلوا ذلك في وقت أبكر».

11

وحيد القرن يتلقى فحصًا بالأمواج فوق الصوتية

وحيد قرن سومطرة
Dicerorhinus sumatrensis

«في حال قُدِّر لوحيد القرن السومطري أن يكون له مستقبل، فسيكون ذلك بفضل روث وأمثالها القليلين الذين يعرفون كيف يخضعون وحيد القرن لفحص بالأمواج فوق الصوتية، بينما تكون إحدى أذرعهم داخل مستقيمه»

أول مشهد رأيته من سوسي - أنثى وحيد القرن السومطري - كان مؤخرتها المذهلة؛ كانت نحو ثلاث أقدام في العرض، ومرقطة بالشعر المحمر الخشن. كان جلدها البني المائل إلى الأحمر له قوام المشمع المرصوف بالحصى. تعيش سوسي، في حديقة حيوان سينسيناتي، حيث ولدت في العام 2004. بعد الظهر من يوم زيارتي تجمع العديد من الأشخاص الآخرين حول ردفها الهائل. كانوا يربتون عليها بمودة، لذلك مددتُ يدي وفركتها، شعرت كأنني أداعب جذع شجرة.

كانت د. تيري روث Terri Roth، مديرة مركز الحفاظ على الحياة البرية المهددة

بالانقراض وأبحاثها في حديقة الحيوان، قد وصلت إلى إسطبل وحيد القرن وهي ترتدي ملابس العمليات. روث سيدة طويلة ونحيفة، تتمتع بشعر بني طويل مربوط على شكل كعكة. ارتدت القفاز البلاستيك الشفاف الذي امتد فوق ساعدها الأيمن، إلى ما بعد الكوع، ووصل تقريبا حتى كتفها. لف أحد حراس سوسي ذيلها بورق بلاستيكي شفاف يشبه ورق الساران Saran Wrap، وأمسك به إلى الجانب. أمسك حارس آخر سطلا وتمركز أمام فم سوسي. كان من الصعب عليّ رؤية فم سوسي وأنا خلف مؤخرتها، ولكن قيل لي إنه كان يطعمها شرائح من التفاح، وكان يمكنني أن أسمع صوت مضغها. في حين كان انتباه سوسي مشتتا على هذا النحو، سحبت روث قفازا ثانيا فوق الأول وأمسكت بشيء يشبه جهاز تحكم من بعد بألعاب الفيديو. ثم دفعت بذراعها في فتحة شرج وحيد القرن.

من بين الأنواع الخمسة المتبقية من وحيد القرن، فإن وحيد قرن سومطرة – Dicerorhinus sumatrensis - هو الأصغر، ويمكن القول إنه الأقدم. وقد نشأ جنس Dicerorhinus منذ عشرين مليون سنة، وهذا يعني أن سلالة وحيد القرن السومطري تعود، نسبيا من دون تغيير، إلى العصر الميوسيني. وقد أظهر التحليل الجيني أن وحيد القرن السومطري هو أقرب قريب حي لوحيد القرن الصوفي (المكسو بالصوف)، والذي، خلال العصر الجليدي الأخير، تراوح موطنه من اسكتلندا إلى كوريا الجنوبية[1]. وقد وصف إي. أو. ويلسون الذي أمضى ذات يوم أمسية في حديقة حيوانات سينسيناتي مع سوسي الأم التي يحتفظ بخصلة من شعرها على مكتبه، وصف وحيد القرن السومطري بأنه «حفرية حية»[2].

إن حيوانات وحيد القرن السومطري مخلوقات خجولة تميل إلى العزلة، وفي البرية تبحث عن شجيرات تحتية كثيفة. لديها زوج من القرون - واحد كبير في طرف خطمها وآخر أصغر وراءه – ولوحيد القرن السومطري شفاه عليا مدببة، تستخدم لالتقاط الأوراق وأطراف الأشجار. الحياة الجنسية للحيوان، من منظور الإنسان على الأقل، من الصعب جدا التنبؤ بها؛ فالإباضة لا تحدث عند الإناث إلا إذا كان هناك ما يحفزها على ذلك، ولذلك هي تطلق البويضة فقط عندما تشعر بوجود ذكر مؤهل لذلك قربها. في حالة سوسي، كان أقرب ذكر مؤهل على بعد عشرة آلاف ميل، وهذا هو السبب الذي جعل روث تقف هناك، وتضع ذراعها في مستقيم وحيد القرن.

قبل نحو أسبوع، أعطيت سوسي حقنة هرمونية مصممة لتحفيز المبايض. بعد بضعة أيام من ذلك، حاولت روث أن تخصبها بشكل اصطناعي، وهي عملية تضمنت إدخال أنبوب طويل ونحيف عبر طيات عنق رحم سوسي، ثم ضخ قارورة من السائل المنوي الذي أُذيب بعد التجميد. ووفقا للملاحظات التي دونتها روث في ذلك الوقت، فإن سوسي «تصرفت بشكل جيد للغاية» في أثناء تلك العملية. والآن حان الوقت للمتابعة بالموجات فوق الصوتية. ظهرت صور تشوبها بعض الحبيبات على شاشة الكمبيوتر التي كانت تنتصب بالقرب من مرفق روث. حددت روث مثانة وحيد القرن، والتي ظهرت على الشاشة كفقاعة قاتمة، ثم استمرت.

كانت روث تأمل أن تكون البويضة الموجودة في مبيض سوسي الأيمن، والتي كانت مرئية بوضوح في أثناء التلقيح، قد أطلقت بعد تلك العملية. إذا حدث ذلك، فإن هناك احتمالا أن تصبح سوسي حاملا، لكن البويضة كانت هناك حيث رأتها روث آخر مرة، دائرة سوداء في سحابة رمادية.

أعلنت روث أمام نصف دستة من حراس حديقة الحيوان الذين تجمعوا حولها للمساعدة: «لم تفرز سوسي البويضة». عند هذه النقطة اختفى ذراعها بالكامل داخل وحيد القرن. أصدرت المجموعة شهقة جماعية. قال أحدهم: «أوه، لا». سحبت روث ذراعها وأزالت قفازاتها. على الرغم من أن النتائج كانت مخيبة للآمال، فإنها لم تكن متفاجئة بها.

عُثِر على وحيد القرن السومطري على سفوح جبال الهيمالايا، فيما هو الآن بوتان وشمال شرق الهند، مرورا بميانمار وتايلند وكمبوديا وشبه الجزيرة الماليزية، وعلى جزيرتي سومطرة وبورنيو. في القرن التاسع عشر كان لايزال شائعا لدرجة أنه اعتُبر آفة زراعية. ومع قطع الغابات في جنوب شرق آسيا، تقلص موطن وحيد القرن وأصبح مجزأ. بحلول ثمانينيات القرن العشرين، انخفض تعدادها إلى مجرد بضع مئات من الحيوانات، وكان معظمها في محميات معزولة في سومطرة، والبقية في ماليزيا. بدأ الحيوان يتجه بعناد نحو الانقراض؛ عندما تجمعت مجموعة من المهتمين بالحفاظ على البيئة في العام 1984 في سنغافورة إلى محاولة العمل على استراتيجية إنقاذ. دعت الخطة التي توصلوا إليها، من

بين أمور أخرى، إلى إنشاء برنامج تكاثر في الأسر لضمان عدم خسارة هذا النوع بالكامل. قُبِض على أربعين من وحيد القرن، سبعة منها أُرسلت إلى حدائق الحيوان في الولايات المتحدة.

بدأ برنامج التكاثر في الأسر بداية كارثية. على مدى أقل من ثلاثة أسابيع، أصيب خمسة من حيوانات وحيد القرن في قسم التكاثر في شبه جزيرة ماليزيا بداء المثقبيات trypanosomiasis، وهو مرض تسببه طفيليات تنتشر بواسطة الذباب. قُبض على عشرة حيوانات في صباح Sabah، وهي ولاية ماليزية تقع على الطرف الشرقي من جزيرة بورنيو. توفي اثنان منها متأثرَين بالجروح التي أصيبا بها خلال القبض عليهما. وقتل ثالث بسبب مرض التيتانوس. ونفق رابع لأسباب غير معروفة، وبحلول نهاية العقد، لم ينتج أحدها أي ذرية. وفي الولايات المتحدة، كان معدل الوفيات أعلى من ذلك. كانت حدائق الحيوان تغذي الحيوانات على التبن، ولكن اتضح أن وحيد القرن السومطري لا يستطيع العيش على التبن؛ فهو يحتاج إلى أوراق نباتات وأغصان طازجة. في الوقت الذي كُشِف فيه هذا الأمر، لم يكن قد تبقى على قيد الحياة سوى ثلاثة فقط من بين الحيوانات السبعة التي أُرسِلت إلى أمريكا، وكل واحد منها في مدينة مختلفة. وفي العام 1995 نشرت مجلة Conservation Biology بحثا عن برنامج التكاثر في الأسر، كان بعنوان «مساعدة الأنواع على الانقراض».

في ذلك العام، وفي محاولة أخيرة، أرسلت حديقتا الحيوان في برونكس ولوس أنغلوس وحيدي القرن المتبقيين لديهما – وكلاهما أنثى - إلى سينسيناتي التي كان يوجد فيها الذكر الوحيد الباقي على قيد الحياة، ويُدعى إيبو. تم التعاقد مع روث لمعرفة ما يجب فعله بهما. كونها وحيدة، لا يمكن الاحتفاظ بالحيوانات في القفص نفسه، لكن من الواضح أنه ما لم تُجْمع، فلن يمكنها التزاوج. انكبت روث على دراسة علم وظائف أعضاء وحيد القرن، حيث جمعت عينات الدم، وحللت البول وأجرت قياس مستويات الهرمون. وكلما تعلمت أكثر، زادت التحديات وتضاعفت.

«إن هذا النوع معقد للغاية»، قالت بعد عودتنا إلى مكتبها، المزين بالرفوف المملوءة بمجسمات خشبية وطينية وفاخرة لوحيد القرن. تبين أن رابونزيل، الأنثى المستقدمة من حديقة برونكس، قد بلغ بها العمر حدا جعلها غير قادرة على التكاثر. وبدت إيمي، الأنثى المستقدمة من حديقة لوس أنغلوس، في السن المناسب،

لكن لم يبد قط أنها تفرز البويضات من مبيضيها، وهو لغز احتاجت روث إلى ما يقرب من عام لحله. وبمجرد أن أدركت المشكلة - وهي أن أنثى وحيد القرن في حاجة إلى الإحساس بوجود الذكر - بدأت في ترتيب «مواعدات» مختصرة ومراقبة بعناية بين إيمي وإيبو. بعد بضعة أشهر من التلاطف، أصبحت إيمي حاملا. بعد ذلك فقدت الحمل، ثم حملت مرة أخرى، وحدث الشيء نفسه. استمر هذا النمط في التكرار إلى أن بلغ المجموع خمس حالات إجهاض. أصيب كل من ايمي وإيبو بمشكلات في العين، حددتها روث في نهاية المطاف بأنها نتيجة كثرة التعرض للشمس (في البرية، يعيش وحيد القرن السومطري في ظل مظلة الغابة). وقد استثمرت حديقة حيوانات سينسيناتي نصف مليون دولار في مظلات مصنوعة وفق الطلب.

حملت إيمي مرة أخرى في خريف 2000. هذه المرة، أعطتها روث مكملات هرمونية سائلة، كانت أنثى وحيد القرن تتناولها في شرائح خبز منقوعة بالبروجسترون. أخيرا، وبعد ستة عشر شهرا من الحمل، أنجبت إيمي أندالاس، وهو ذكر. تبعته سوسي - واسمها يعني «مقدسة» في اللغة الإندونيسية - ثم بعد ذلك ذكر آخر، سمي هربان. في العام 2007 أُعيد أندالاس إلى سومطرة، إلى منشأة للتكاثر في الأسر في منتزه واي كامباس Way Kambas الوطني. هناك، في العام 2012، أصبح أبا لعجل يدعى أنداتو – وهو حفيد إيمي وإيبو.



الشكل رقم (36): سوسي في حديقة حيوان سينسيناتي

من الواضح أن حيوانات وحيد القرن الثلاثة التي تربّت في الأسر وولدت في سينسيناتي والرابع الذي ولد في واي كامباس، لا تعوض عن كثير من الحيوانات التي ماتت خلال تلك العملية. لكن تبين أنها تقريبا الحيوانات الوحيدة من وحيد القرن السومطري التي وُلدت في أي مكان على مدى العقود الثلاثة الماضية. منذ منتصف ثمانينيات القرن العشرين انخفضت أعداد حيوانات وحيد القرن السومطري في البرية بشكل حاد، حيث يعتقد الآن أن الأعداد المتبقية منها في العالم أقل من مائة. ومن المفارقات أن البشر هم الذين سببوا انخفاض أعداد هذا النوع إلى الدرجة التي أصبح إنقاذه عندها ممكنا فقط من خلال جهود بطولية يبذلها البشر أنفسهم. وفي حال قُدِّر لوحيد القرن السومطري أن يكون له مستقبل، فسيكون ذلك بفضل روث وأمثالها القليلين الذين يعرفون كيف يخضعون وحيد القرن لفحص بالأمواج فوق الصوتية، بينما تكون إحدى أذرعهم داخل مستقيمه.

وما يصدق على وحيد القرن السومطري، يصدق بدرجة أو بأخرى على جميع أنواع وحيد القرن. ووحيد قرن جاوة الذي كان يوما ما يتجول في معظم أنحاء جنوب شرق آسيا، هو الآن بين أندر الحيوانات على الأرض، حيث يرجح أن الأعداد المتبقية منه أقل من خمسين، وكلها في محمية واحدة في جزيرة جاوة (وكان آخر حيوان معروف من هذا النوع موجودا في مكان آخر في فيتنام، وقد قتله صياد مخالف للقانون في شتاء العام 2010). أما وحيد القرن الهندي، وهو أكبر الأنواع الخمسة، ويبدو كأنه يرتدي معطفا متجعدا، كما هي الحال في قصة روديارد كبلينغ Rudyard Kipling، فقد انخفضت أعداده إلى ثلاثة آلاف فرد، معظمها يعيش في أربعة منتزهات في ولاية آسام. منذ مائة سنة في أفريقيا، كانت أعداد وحيد القرن الأسود تقارب المليون. منذ ذلك الحين انخفضت أعدادها إلى نحو خمسة آلاف حيوان. أما وحيد القرن الأبيض، وهو أيضا من أفريقيا، فهو النوع الوحيد من وحيد القرن غير المصنف حاليا على أنه مهدد. اصْطِيد حتى شارف على الاندثار تقريبا في القرن التاسع عشر، لكنه حقق عودة رائعة في القرن العشرين. والآن، في القرن الواحد والعشرين، بدأ يتعرض مجددا للضغوط على أيدي الصيادين المخالفين للقانون، والذين يستطيعون بيع قرون وحيد القرن في السوق السوداء بما يزيد على عشرين ألف دولار للرطل (فقرون وحيد القرن، والتي هي مصنوعة من الكيراتين،

مثل أظافرنا، استُخدمت منذ فترة طويلة في الطب الصيني التقليدي، ولكن في السنوات الأخيرة ازداد الطلب عليها لاستخدامها كـ «مخدر» في الحفلات الراقية؛ وفي نوادي جنوب شرق آسيا، يُوضَع المسحوق على القرن ويُستَنشق مثل الكوكايين)[3].

في الوقت نفسه، بالطبع، يحظى وحيد القرن بكثير من التعاطف؛ إذ يوجد لدى الناس شعور عميق وشبه غامض بالتعلق بالثدييات الكبيرة التي تتمتع بالكاريزما، حتى لو كانت خلف القضبان، وهذا هو السبب الذي يجعل حدائق الحيوان تكرس كثيرا من الموارد لعرض حيوانات وحيد القرن والباندا والغوريلا (وصف ويلسون الأمسية التي قضاها في سينسيناتي مع إيمي بأنها «من أكثر الأحداث التي لا تنسى» في حياته). لكن في معظم الأماكن التي لا تُحبَس فيها هذه الثدييات الكبيرة التي تتمتع بالكاريزما، فإنها تصبح في ورطة. من بين الأنواع الثمانية للدببة في العالم، تُصنَّف ستة على أنها إما «عرضة» للانقراض، وإما «مهددة بالانقراض». انخفض تعداد الفيلة الآسيوية بنسبة 50 في المائة على مدى الأجيال الثلاثة الماضية. أما الأفيال الأفريقية فوضعها أفضل، لكنها، مثل وحيد القرن، مهددة كذلك بشكل متزايد بسبب الصيد غير القانوني (وخلصت دراسة حديثة إلى أن أعداد فيلة الغابات الأفريقية، والتي يعتبرها كثيرون نوعا منفصلا عن فيلة السافانا، تقلصت أكثر من 60 في المائة فقط في السنوات العشر الماضية)[4]. ومعظم القطط الكبيرة - الأسود، والنمور، والفهود، والنمر الأمريكي jaguars - تتناقص أعدادها. وبعد قرن من الآن، قد تستمر الباندا والنمور ووحيد القرن في الحياة فقط في حدائق الحيوان، أو كما قال توم لافغوي، في مناطق الحياة البرية الصغيرة جدا، والمحروسة جيدا، لدرجة أنه يمكن اعتبارها «أشباه حدائق حيوان»[5].

بعد يوم من إجراء الفحص بالموجات فوق الصوتية لسوسي، ذهبت لزيارتها مرة أخرى. كان صباحا باردا في الشتاء، وهكذا اقتصرت سوسي على ما يُطلق عليه اسم «الحظيرة»، وهي بناء منخفض مصنوع من كتل الرماد cinderblocks، ومملوء بما يشبه خلايا السجن. عندما وصلت، في نحو الساعة 07:30 صباحا، كان وقت تناول الطعام، وكانت سوسي تمضغ بعض أوراق التين في أحد الإسطبلات. أخبرني بول راينهارت، رئيس حراس وحيد القرن، أنها في المتوسط تتناول يوميا نحو مائة رطل من ورق التين، والذي يجب أن يُنقل بالطائرة خصيصا من سان دييغو (في المجموع

تصل تكلفة الشحنات إلى ما يقرب من مائة ألف دولار في السنة). كما تستهلك ما يعادل عدة سلال هدايا من الفاكهة؛ وفي هذا الصباح، بالذات، كان الاختيار يشمل التفاح والعنب والموز. وبدا لي أن سوسي كانت تأكل بإصرار ممزوج بالحزن، وبمجرد أن انتهت من أوراق التين، بدأت في الأغصان. كان سُمك هذه الأغصان بوصة أو اثنتين، ولكنها كانت تطحنها بسهولة، مثلما ينهش الشخص قطعة بسكويت مملح.

وصف راينهارت سوسي بأنها «مزيج جيد» بين والدتها، إيمي، التي توفيت في العام 2009، ووالدها، إيبو، الذي لايزال يعيش في حديقة حيوان سينسيناتي. وقال: «إذا كانت هناك مشكلة تستحق الاقتحام، فإن سوسي ستقتحمها؛ أما سوسي فهي مرحة للغاية. لكنها أيضا أكثر عنادا، مثل والدها». مر حارس آخر بجوارنا، يدفع عربة يدوية كبيرة مملوءة بكومة من الروث البني المائل إلى الأحمر الذي كان يتصاعد منه البخار (كانت تلك هي الفضلات التي طرحتها سوسي وإيبو من الليلة السابقة).

تعودت سوسي وجودها بالقرب من الناس الذين يُقدم بعضهم وجبات شهية لها، في حين يقحم بعضهم الآخر أيديهم في مستقيمها؛ ولذلك سمح لي راينهارت بأن أبقى معها بينما يذهب هو للقيام بأعمال أخرى. وعندما مررتُ يدي على جانبها المغطى بالشعر، تذكرت كلبا ضخما (في الحقيقة، وحيد القرن أكثر ارتباطا بالخيول). على الرغم من أنني لا أستطيع أن أقول إنني لمست كثيرا من المرح، لكن بدت لي فعلا أنها حنونة، وعندما نظرت في عينيها السوداوين الداكنتين، كدتُ أقسم إنني رأيت وميض إدراك متبادل بين الأنواع. في الوقت نفسه، تذكرت تحذيرا من أحد مسؤولي حديقة الحيوان الذي قال لي إنه إذا قررت سوسي فجأة أن تلوي رأسها الهائل، يمكنها أن تكسر ذراعي بسهولة. وبعد فترة وجيزة، كان الوقت قد حان للحصول على وزن وحيد القرن. وضعت بعض قطع الموز أمام ميزان نقال كان مبنيا داخل أرضية الإسطبل المجاور. وعندما تقدمت سوسي لتناول الموز، كانت القراءة على الميزان تشير إلى 1507 أرطال.

الحيوانات الكبيرة جدا هي، بالطبع، كبيرة جدا لسبب ما. عند الولادة، كان وزن سوسي سبعين رطلا. ولو أنها وُلدت في سومطرة، في تلك المرحلة، كان يمكن أن تصبح ضحية لنمر (علما أن النمور السومطرية في هذه الأيام هي، أيضا، معرضة

للخطر بشكل كبير). ولكن ربما كانت أمها ستحميها، ووحيد القرن البالغ لا يوجد له مفترسون طبيعيون. وينطبق الشيء نفسه على ما يطلق عليه «العاشبات العملاقة» الأخرى؛ فالأفيال وأفراس النهر البالغة تتميز بضخامتها التي تجعل أي حيوان يمتنع عن مهاجمتها. والدببة والقطط الكبيرة هي بالمثل عصية على الافتراس.

تمنح ضخامة الحجم – أو ما يمكن تسميته استراتيجية «أكبر من أن يتراجع خائفا» – مزايا يبدو أنها، من الناحية التطورية، تساعد على المناورة بشكل ممتاز. وفي الواقع كانت الأرض، في مراحل مختلفة من تاريخها، مملوءة بالمخلوقات الضخمة. وقرب نهاية العصر الطباشيري، على سبيل المثال، كان التيرانوسوروس Tyrannosaurus مجرد مجموعة واحدة من الديناصورات الهائلة؛ وكان هناك أيضا جنس سالتاسوروس Saltasaurus، الذي كان وزن كل فرد من أفراده نحو سبعة أطنان؛ وتيريزينوسوروس Therizinosaurus الذي كان أضخم فرد منه يصل طوله إلى أكثر من ثلاثين قدما؛ وسورولوفوس Saurolophus، الذي ربما كان أطول.

وبالانتقال إلى عصور أحدث، نجد أنه في أواخر العصر الجليدي الأخير، كان يمكن العثور على الحيوانات العملاقة في جميع أنحاء العالم تقريبا. وبالإضافة إلى وحيد القرن الصوفي (المكسو بالصوف) ودببة الكهوف، كان يوجد في أوروبا حيوان الأُرخص aurochs والإلكة العملاقة والضباع الضخمة. وفي أمريكا الشمالية شملت الحيوانات العملاقة الماستودونات mastodons، والماموث، والكاميلوب Camelops الذي يُعتبر ابن عم ضخم الحجم للجمل الحديث. كانت القارة أيضا موطنا لـ: نوع من القنادس يعادل حجمه حجم الدب الأشيب اليوم؛ وسميلودون Smilodon، وهي فئة من السنوريات ذات أسنان سيفية؛ وميغالونيكس جيفرسونياي Megalonyx jeffersonii، وهو كسلان أرضي يزن ما يقرب من طن. وكان يوجد في أمريكا الجنوبية نوع خاص بها من الكسلان العملاق، وكذلك توكسودون Toxodon، وهو جنس من الثدييات لها جسد يشبه جسد وحيد القرن ورأس على شكل رأس فرس النهر، وغليبتودونتس glyptodonts، وهي من أقارب المدرع armadillos، وقد نمت، في بعض الحالات، حتى أصبحت بحجم سيارة فيات 500. وكان يمكن العثور على أغرب الكائنات الحيوانية وأكثرها تنوعا في أستراليا. ومن بينها حيوانات ديبروتودون diprotodons، وهي مجموعة من الجرابيات التي تسير بتثاقل وتُعرف في العامية

باسم الومبات الخرتيتي rhinoceros wombat؛ وكان هناك ثايلاكوليو كارنيفيكس Thylacoleo carnifex، وهو حيوان آكل للحوم في حجم النمر، يشار إليه باسم الأسد الجرابي؛ والكنغر العملاق قصير الوجه الذي كان يبلغ ارتفاعه عشر أقدام.

حتى العديد من الجزر الصغيرة نسبيا كانت لها حيواناتها الكبيرة. فجزيرة قبرص كان يوجد فيها الفيل القزم وفرس النهر القزم. وكانت مدغشقر موطنا لثلاثة أنواع من حيوان فرس النهر القزم، وعائلة من الطيور الضخمة التي لا تطير ومعروفة باسم طيور الفيل، وعدة أنواع من الليمور العملاق. لقد كانت الحيوانات الضخمة في نيوزيلندا رائعة من حيث إنها كانت طيورا على وجه الحصر. وقد وصف عالم الحفريات الأسترالي تيم فلانري ذلك بأنه عبارة عن تجربة فكرية انبعثت فيها الحياة، حيث يقول: «هذا يبين لنا كيف كان العالم سيبدو لو أن الثدييات انقرضت إلى جانب الديناصورات قبل 65 مليون سنة، تاركة الطيور لترث الكرة الأرضية»[6]. وفي نيوزيلندا، تطورت أنواع مختلفة من طيور الموا moas لملء المنافذ البيئية التي تحتلها في كل الأماكن الأخرى آكلات العشب ذات الأربع، مثل وحيد القرن والغزلان. وقد نمت أكبر طيور الموا، وهي الموا العملاقة قاطنة الجزيرة الشمالية والموا العملاقة قاطنة الجزيرة الجنوبية، حتى أصبح طولها نحو اثنتي عشرة قدما. والأمر المثير للاهتمام هو أن حجم الإناث كان يعادل تقريبا ضعف حجم الذكور العملاقة، ويعتقد أن مهمة احتضان البيض كانت تقع على عاتق الآباء[7]. وكان يوجد في نيوزيلندا أيضا طير جارح هائل، معروف باسم نسر هاست Haast's eagle الذي كان يفترس الموا، وكانت المسافة بين جناحيه تصل إلى أكثر من ثماني أقدام.

ماذا حدث لجميع هذه الحيوانات العملاقة Brobdingnagian animals؟(*) اعتقد كوفييه الذي كان أول من لاحظ اختفاءها، أنها نفقت بسبب الكارثة الأخيرة: وهي «ثورة على سطح الأرض».

حدثت قبل بداية التاريخ المسجل؛ عندما رفض العلماء الطبيعيون - في وقت لاحق - نظرية الكوارث عند كوفييه، بقي أمامهم لغز: لماذا اختفت العديد من الوحوش الكبيرة في مثل هذا القدر القصير نسبيا من الوقت؟

(*) اسم أرض العمالقة الخيالية في رواية غوناثان سويفت «رحلات جوليفر»، الجزء الثاني، ويطلق الاسم Brobdingnagian على كل ما هو عملاق. [المترجمان].



الشكل رقم (37): نمت أكبر طيور الموا moas حتى أصبح طولها نحو اثنتي عشرة قدما

رأى ألفريد راسل والاس أننا «نعيش في عالم فقير من الناحية الحيوانية، عالم اختفت منه - في الآونة الأخيرة - أضخم وأشرس وأغرب الحيوانات»[8]. ثم يضيف: «وقد أصبح هذا العالم، بلا شك، أفضل بكثير بالنسبة إلينا، وقد رحلت تلك الحيوانات منه الآن، ومع ذلك فإن الانقراض المفاجئ لهذا العدد الكبير من الثدييات الضخمة، ليس في مكان واحد فقط بل في أكثر من نصف مساحة سطح الكرة الأرضية، يمثل حقيقة مذهلة بالتأكيد، لكن هذه الحقيقة لم يُستفَاض فيها بالقدر الكافي».

ويتصادف أن حديقة حيوانات سينسيناتي تقع على بعد نحو أربعين دقيقة فقط بالسيارة من منتزه بيغ بون ليك Big Bone Lick، حيث التقط لونغويل أسنان الماستودون التي ألهمت نظرية كوفييه عن الانقراض. والآن، بعد أن تحوَّل بيغ بون ليك على منتزه عام[9]، فإنه يقدم نفسه على أنه «مكان ميلاد علم حفريات الفقاريات الأمريكية»، ويعرض على موقعه على شبكة الإنترنت قصيدة تحتفل بمكانته في التاريخ.

في بيغ بون ليك وجد المستكشفون الأوائل هياكل عظمية للفيلة كما قالوا، ووجدوا أضلاع الماموث الصوفي وأنيابه. أما العظام فقد بدت كأنها حطام من حلم عظيم، ومقبرة من عصر ذهبي. بعد ظهر أحد الأيام وفي أثناء زيارتي سوسي، قررت تفحص المنتزه. الحدود التي لا توجد لها خريطة، والتي تعود إلى أيام لونغويل، بالطبع، اندثرت منذ فترة طويلة، وتُبتَلع ببطء تلك المنطقة من قبل ضواحي سينسيناتي. وفي أثناء خروجي بالسيارة، مررت بالتشكيلة المعتادة من سلسلة المتاجر، ثم سلسلة من مشاريع التطوير السكني، التي كان بعضها حديث العهد؛ لدرجة أن المنازل الجديدة الموجودة فيها لم يكن قد انتُهي من تركيب إطارات أبوابها ونوافذها. في نهاية المطاف، وجدت نفسي في منطقة تربية الخيول. وعندما أصبحتُ خلف مزرعة أشجار الماموث الصوفي مباشرة، انعطفتُ نحو مدخل الحديقة. كانت اللافتة الأولى تقول: «ممنوع الصيد». وكانت هناك لافتات أخرى تشير إلى مخيم، وبحيرة، ومحل لبيع الهدايا، وملعب صغير للغولف، ومتحف، وقطيع من الثيران الأمريكية.

خلال القرن الثامن عشر وأوائل القرن التاسع عشر، أُخرجت أطنان لا حصر لها من العينات - مثل عظام فخذ الماستودون، وأنياب الماموث، وجماجم الكسلان الأرضي العملاق - من مستنقعات بيغ بون ليك. نُقِل جزء منها إلى باريس ولندن، وجزء آخر إلى نيويورك وفيلادلفيا. في حين فُقدت أجزاء أخرى من تلك العينات (فقد اختفت إحدى الشحنات بأكملها عندما تعرض أحد التجار المستعمرين لهجوم من قبل هنود كيكابو Kickapoo Indians، وغرقت شحنة أخرى في المسيسيبي). وقد عرض توماس غيفرسون بفخر بعض العظام من منتزه بيغ بون ليك في متحف خاص أقامه في الغرفة الشرقية من البيت الأبيض. وحرص لايل على زيارة ذلك المتحف في أثناء جولة أمريكية قام بها في العام 1842، وفي أثناء وجوده هناك اشترى أسنانا تعود إلى صغير الماستودون[10].

حتى الآن، نُقِّب بشكل كامل في منتزه بيغ بون ليك من قبل جامعي العظام، لدرجة أنه - بصعوبة - بقيت أي عظام كبيرة هناك. يتكون متحف الحفريات في المنتزه من غرفة واحدة شبه فارغة. على أحد الحوائط، هناك لوحة جدارية تصور قطيعا من الماموث تبدو عليه علامات الحزن وهو يعبر سهول التندرا متثاقلا،

وعلى الحائط المقابل توجد صناديق زجاجية تعرض مجموعة متفرقة من الأنياب المكسورة وفقرات لحيوان الكسلان الأرضي. وهناك محل هدايا بجوار المتحف، ولا يقل عنه حجما تقريبا يبيع القطع النقدية الخشبية والحلويات والقمصان ذات الشعار: «أنا لست سمينا - فقط عظامي كبيرة». كانت هناك شقراء مفعمة بالحيوية تعمل على آلة تسجيل النقود في المحل عندما زرته. قالت لي إن معظم الناس لا يقدرون «أهمية المنتزه»؛ ويأتون فقط من أجل البحيرة وملعب الغولف الصغير، والذي كان، للأسف، يُغلق خلال فصل الشتاء. سلمتني خريطة، وحثتني على اتباع الممشى الشارح هناك. سألتها ما إذا كان من الممكن أن تكون مرافقتي في جولة حول المكان، فقالت: لا، لأنها كانت مشغولة للغاية. ووفق تقديري، كنا الشخصين الوحيدين في المنتزه.

توجهت على طول الطريق. وخلف المتحف، وجدت مجسما لماستودون بالحجم الطبيعي، مصنوعا من البلاستيك. كان الماستودون يخفض رأسه، كما لو أنه كان على وشك الهجوم. وبالقرب منه كان هناك مجسم بلاستيكي لكسلان أرضي يبلغ طوله عشر أقدام، يقف وقفة تهديد على رجليه الخلفيتين، وماموث تبدو عليه علامات الرعب وهو يغرق في أحد المستنقعات. واكتمل المشهد المروِّع بوجود مجسم بلاستيكي لجثة ثور أمريكي نصف متحللة، وجسم آخر لنسر، بالإضافة إلى بعض العظام البلاستيكية المتناثرة.

بعد ذلك، وصلتُ إلى غدير بيغ بون الذي كانت تغطيه طبقة من الجليد. وتحت الجليد، كانت مياه الغدير تنساب ببطء. كان هناك ممر فرعي على الطريق الذي يؤدي إلى سطح خشبي مبني فوق بقعة من مستنقع. الماء هنا مفتوح، كانت له رائحة الكبريت، ومغطى بطلاء أبيض طباشيري. وعلى السطح كانت هناك لافتة توضح أنه خلال العصر الأوردوفيكي، كان المحيط يغطي المنطقة. والملح المتراكم من قاع البحر القديم هو الذي دفع الحيوانات لتشرب في بيغ بون ليك، وفي كثير من الحالات لتموت هناك. وأشارت لافتة ثانية إلى أنه من بين البقايا التي عثر عليها في ليك كانت «تلك التي تعود إلى ثمانية أنواع - على الأقل - والتي انقرضت منذ نحو عشرة آلاف عام». ومع مواصلة السير على طول الطريق، مررت بمزيد من اللافتات. قدمت هذه اللافتات تفسيرا – بل في الواقع نوعين مختلفين من التفسيرات - للغز

الحيوانات العملاقة المفقودة؛ فقد قدمت إحدى اللافتات الرواية التالية: «التغيير من الغابات الصنوبرية إلى النفضية، أو ربما ارتفاع درجة حرارة المناخ الذي تسبب في هذا التغيير، تسبب أيضا في اختفاء الحيوانات التي انقرضت في بيغ بون ليك، من جميع أرجاء القارة». في حين تلقي لافتة أخرى اللوم على جهة أخرى، حيث تقول: «في غضون ألف عام من وصول الإنسان، اختفت الثدييات الكبيرة». ثم تضيف: «يبدو من المرجح أن الهنود القدماء قد لعبوا على الأقل دورا معينا في زوالها».

في وقت مبكر من أربعينيات القرن التاسع عشر، كان كل من التفسيرين لحدوث انقراض الكائنات الضخمة قد اقتُرِح. كان لايل من بين الذين فضلوا الرواية الأولى، أي «التعديل الكبير في المناخ» الذي صاحب العصر الجليدي[11]، على حد وصفه. وانحاز داروين، كما جرت العادة لديه، إلى جانب لايل، وإن كان في هذه الحالة قد فعل ذلك على مضض إلى حد ما. وقد كتب يقول: «لا أستطيع أن أشعر بارتياح كبير تجاه العصر الجليدي وانقراض الثدييات الكبيرة»[12]. أما والاس، من جانبه، فكان في البداية يفضل أيضا التفسير المناخي، حيث قال في العام 1876: «يجب أن يكون هناك سبب مادي لهذا التغيير الكبير[13]. ومثل هذا السبب موجود في التغيير المادي الكبير الذي حدث أخيرا، والذي يُعرف باسم العصر الجليدي». وبعد ذلك غيَّر رأيه، حيث يقول في كتابه الأخير «عالم الحياة» The World of Life: «بالنظر في الموضوع كله مرة أخرى، أنا مقتنع بأن... سرعة انقراض كثير من الثدييات الكبيرة هي في الواقع ناتجة عن أفعال الإنسان»[14]. ثم أضاف أن الأمر برمته كان في الحقيقة «شديد الوضوح».

ومنذ أيام لايل، كان هناك كثير من الجدل بشأن هذا الموضوع الذي تترتب عليه آثار تتجاوز كثيرا علم أحياء الحفريات paleobiology. إذا كان تغير المناخ هو الذي أدى إلى انقراض الحيوانات الضخمة، فإن هذا يشكل سببا آخر للقلق بشأن ما نقوم به تجاه درجات الحرارة على الصعيد العالمي. من ناحية أخرى، إذا كان الناس هم الذين يتحملون المسؤولية - حيث يبدو أن المؤشرات تتجه بشكل متزايد نحو هذا الاحتمال - فإن مغزى ذلك سيكون أكثر إثارة للقلق تقريبا؛ فهو سيعني أن بداية حادث الانقراض الحالي تعود إلى منتصف العصر الجليدي الأخير. وسيعني أن الإنسان كان قاتلا - أو باستخدام المصطلح الفني «مفرط في القتل» overkiller - وذلك على الأغلب منذ البداية.



الشكل رقم (38): كان ديبروتودون أوبتاتوم Diprotodon optatum أكبر حيوان جرابي على الإطلاق

هناك العديد من الأدلة التي تؤيد فرضية البشر، أو تتهمهم في الحقيقة. وأحد هذه الأدلة هو توقيت الحدث. لقد أصبح واضحا الآن أن انقراض الحيوانات الضخمة لم يحدث دفعة واحدة، كما اعتقد لايل ووالاس. بل وقع على دفعات؛ في الدفعة الأولى، قبل نحو أربعين ألف عام، قُضي على حيوانات أستراليا العملاقة. وبعد نحو خمسة وعشرين ألف سنة، ضربت الدفعة الثانية أمريكا الشمالية وأمريكا الجنوبية. وفي مدغشقر، تمكن الليمور العملاق وفرس النهر القزم وطائر الفيل من البقاء حتى العصور الوسطى. أما في نيوزيلندا فقد صمد طائر الموا حتى عصر النهضة.

من الصعب رؤية كيف يمكن ربط هذه السلسلة بحدث واحد من تغير المناخ. وفي الوقت ذاته نجد أن هناك تزامنا شبه تام بين تسلسل دفعات الانقراض وتسلسل استيطان البشر. تظهر الأدلة الأثرية أن البشر وصلوا أولا إلى أستراليا، منذ نحو خمسين ألف سنة، وأنهم لم يصلوا إلى الأمريكتين إلا بعد ذلك بوقتٍ طويل، وفقط بعد عدة آلاف من السنوات من ذلك، تمكنوا من الوصول إلى مدغشقر ونيوزيلندا.

وفي بحثه المهم بشأن هذا الموضوع، والذي يحمل عنوان «القتل المفرط ما قبل التاريخ»، كتب بول مارتن Paul Martin، من جامعة أريزونا: «عندما تُجرى مقارنة نقدية بين التسلسل الزمني للانقراض والتسلسل الزمني لهجرات الإنسان، سيتبين أن وصول الإنسان هو التفسير المنطقي الوحيد» بشأن اختفاء الحيوانات العملاقة[15].

وبالأسلوب نفسه، قال غاريد دايموند: «أنا شخصيا لا أستطيع أن أفهم لماذا تمكنت حيوانات أستراليا العملاقة من الصمود أمام موجات لا تعد ولا تحصى من الجفاف الذي واجهته تلك الحيوانات خلال تاريخ وجودها في أستراليا، والذي يمتد إلى عشرات ملايين السنين[16]، ومن ثم اختارت أن تموت دفعة واحدة تقريبا (على الأقل وفق مقياس زمني يصل إلى ملايين السنين)، وذلك في اللحظة التي تتزامن تماما مع وصول أول البشر!»[17].

بالإضافة إلى التوقيت، هناك أدلة مادية قوية تشير إلى تورط البشر، وبعض هذه الأدلة يتجلى على شكل غائط.

تخرج الحيوانات العاشبة العملاقة كميات ضخمة من البراز، وهذا واضح لأي شخص سبق له أن أمضى بعض الوقت واقفا وراء وحيد القرن. يوفر هذا الروث القوت للفطريات المعروفة باسم سبورورميلا Sporormiella؛ فأبواغ هذه الفطريات صغيرة جدا لدرجة أنها تكاد تكون غير مرئية للعين المجردة، ولكنها معمِّرة للغاية. ولايزال من الممكن التعرف عليها في الرواسب التي دفنت منذ عشرات الآلاف من السنين؛ فوجود كثير من الأبواغ يشير إلى وجود كثير من الحيوانات العاشبة الكبيرة التي تأكل وتتبرز على نحو متواصل؛ أما قلة هذه الأبواغ، أو عدم وجودها، فيشيران إلى غياب هذه الحيوانات الكبيرة.

قبل بضعة أعوام حلل فريق من الباحثين عينة رواسب جوفية من موقع معروف باسم فوهة لينش Lynch's Crater، في شمال شرق أستراليا. وقد وجدوا أنه منذ خمسين ألف سنة، كانت أعداد أبواغ سبورورميلا في المنطقة مرتفعة، ثم فجأة منذ نحو واحد وأربعين ألف سنة انخفضت أعداد هذه الأبواغ تقريبا إلى الصفر. وبعد هذا الانهيار، بدأ المشهد الطبيعي في الاحتراق (كانت الأدلة هنا تتمثل في وجود حبات صغيرة من الفحم)، بعد ذلك تحول الغطاء النباتي، في المنطقة، من أنواع النباتات التي تجدها في غابة مطيرة إلى نباتات أكثر تكيفا مع الجفاف، مثل السنط.

لو أن المناخ هو الذي أدى إلى انقراض الحيوانات الضخمة، لحدث التحول في الغطاء النباتي قبل حدوث انخفاض في أبواغ سبورورميلا؛ أي لكان المشهد الطبيعي قد تغير بالدرجة الأولى، ولكانت الحيوانات التي كانت تعتمد على

النباتات الأصلية قد اختفت، لكن العكس هو الذي حدث؛ فقد توصل الفريق إلى أن التفسير الوحيد الذي يناسب البيانات هو «القتل المفرط». انخفض تعداد أبواغ سبورورميلا قبل حدوث تغييرات في المشهد الطبيعي؛ لأن نفوق الكائنات الحيوانية الضخمة هو الذي كان سببا في تغيير المشهد الطبيعي. وفي ظل اختفاء آكلات الأعشاب الكبيرة التي تتغذى على نباتات الغابة، تراكم الوقود الذي أدى إلى زيادة أعداد الحرائق وارتفاع شدتها. وهذا، بدوره، أدى إلى هيمنة أنواع النباتات المتحملة للحرائق على الغطاء النباتي.

إن انقراض الحيوانات الضخمة في أستراليا «لا يمكن أن يكون مدفوعا بالمناخ»، هذا ما قاله لي كريس جونسون Chris Johnson، عالِم البيئة بجامعة تسمانيا، وأحد الباحثين الرئيسيين في دراسة عينة الرواسب الجوفية عندما تحدثت إليه عبر الهاتف من مكتبه في هوبارت Hobart. وأضاف: «أعتقد أننا يمكن أن نقول هذا بشكل قاطع».

جاء الدليل الأكثر وضوحا من نيوزيلندا؛ فعندما وصل شعب الماوري Maori (وهم السكان الأصليون) إلى نيوزيلندا، وقد حدث ذلك تقريبا في أيام دانتي، وجدوا تسعة أنواع من طيور الموا تعيش في الجزر الشمالية والجنوبية. وفي الوقت الذي وصل فيه المستوطنون الأوروبيون، في أوائل القرن التاسع عشر، لم يكن في الإمكان رؤية طائر موا واحد. وما بقي منها كان عبارة عن أكوام ضخمة من عظام الموا، إلى جانب حطام الأفران الضخمة التي كانت تقام في الهواء الطلق، والتي تمثل بقايا من حفلات الشواء الرائعة لتلك الطيور الكبيرة. وخلصت دراسة حديثة إلى أن طيور الموا ربما قُضي عليها في غضون عقود. وثمة عبارة لاتزال موجودة في لغة الماوري وتشير، على نحو موارب، إلى تلك المجزرة، وهي: Kua ngaro i te ngaro o te moa. أو «ضاع كما ضاع طائر الموا».

وأولئك الباحثون الذين يصرون على الاعتقاد بأن تغير المناخ قد قَتل الحيوانات الضخمة يقولون إن يقين مارتن ودياموند وجونسون في غير محله؛ ففي نظرهم لا شيء أُثبت عن ذلك الحدث، سواء «بشكل قاطع» أو غير ذلك، وكل ما ورد في الفقرات السابقة يُعتبر مبسَّطا أكثر من اللازم. تواريخ الانقراضات ليست واضحة، وهي لا تتزامن بدقة مع الهجرة البشرية؛ وفي كل الأحوال، التلازم لا يعني وجود

علاقة سببية. وربما ما هو أعمق من ذلك أنهم يشكّكون في الفرضية الكاملة بشأن قدرة الإنسان القديم على التسبب في القتل؛ فكيف يمكن أن تكون فرق صغيرة من الناس البدائيين تقنيا قد قضت على هذا العدد الكبير من الحيوانات الكبيرة والقوية والشرسة في بعض الحالات على مساحة بحجم أستراليا أو أمريكا الشمالية؟!

وكان عالم أحياء الحفريات الأمريكي جون ألروي John Alroy الذي يعمل حاليا في جامعة ماكواري Macquarie الأسترالية، قد أمضى كثيرا من الوقت في التفكير في هذا السؤال الذي يعتبره سؤالا رياضيا. وقال لي: «إن الثدييات الكبيرة جدا تعيش على حافة الخطر فيما يتعلق بمعدل التكاثر؛ ففترة الحمل للفيلة، على سبيل المثال، هي 22 شهرا، والأفيال لا تلد توأمين، ولا تبدأ في التكاثر إلا في سن المراهقة، وبالتالي هذه قيود كبيرة جدا على مدى السرعة التي يمكن أن تتكاثر بها، حتى لو كان كل شيء يسير بشكل حسن. والسبب الذي يجعلها قادرة على الاستمرار في الوجود بأي شكل من الأشكال هو أنه عندما تصل الحيوانات إلى حجم معين فإنها تنجو من الافتراس. إذ لا تعود عرضة للهجوم. إنها استراتيجية سيئة على صعيد التكاثر، لكنها تمنح أفضلية كبيرة على صعيد تجنب الحيوانات المفترسة. وهذه الأفضلية تختفي تماما عندما يظهر الناس؛ لأنه مهما كان الحيوان كبيرا، لا توجد لدينا قيود على الأشياء التي نستطيع أكلها». وهذا هو مثال آخر بشأن كيف يمكن لنمط المعيشة الذي ظل فعالا لعدة ملايين من السنين أن يفشل فجأة. وكما هي حال الغرابتوليتات graptolites التى على شكل حرف V، أو الأمونيتات ammonites، أو الديناصورات(*)، لم تكن الحيوانات الضخمة ترتكب أي أخطاء؛ لكن فقط عندما ظهر البشر تغيرت «قواعد لعبة البقاء على قيد الحياة».

استخدم آلروي محاكاة الكمبيوتر لاختبار فرضية «القتل المفرط»، ووجد أنه كان في إمكان البشر إبادة الحيوانات الضخمة بجهد متواضع فقط[18]، وقال: «إذا كان لديك نوع واحد يوفر ما يمكن تسميته محصولا مستداما، فإنه يمكن السماح بعد ذلك للأنواع الأخرى بالانقراض من دون أن يصاب البشر بالمجاعة». على سبيل المثال، في أمريكا الشمالية، تتمتع الغزلان بيضاء الذيل بمعدل تكاثر مرتفع نسبيا،

(*) في الواقع اختفت الديناصورات قبل ظهور البشر بعشرات الملايين من السنين. [المترجمان].

وبالتالي فهي على الأرجح ظلت موجودة بأعداد كبيرة حتى عندما انخفضت أعداد الماموث «فقد أصبح الماموث عبارة عن غذاء للرفاهية، أي شيء يمكن الاستمتاع به من حين إلى آخر، مثل الكمأة الكبيرة».

وعندما أجرى آلروي المحاكاة على أمريكا الشمالية، وجد أنه حتى لو كانت أعداد البشر قليلة جدا في البداية، أي لا تزيد على مائة أو نحو ذلك من الأفراد؛ فإنه يمكنهم، على مدار ألف أو ألفين من السنين، أن يتكاثروا بشكل كافٍ لإعطاء تفسير عن جميع الانقراضات الموجودة في السجل تقريبا. كانت هذه هي الحال، حتى في الفترة التي كان يُعتقد فيها أن الناس لم يكونوا صيادين بارعين؛ فكل ما كان عليهم القيام به هو قتل ماموث أو حيوان كسلان أرضي عملاق كلما سنحت الفرصة لذلك، مع الاحتفاظ بهذا الأسلوب لعدة قرون. كان من شأن ذلك أن يكون كافيا لجعل أعداد الأنواع بطيئة التكاثر تتجه أولا نحو الانخفاض، وهكذا حتى تصل في نهاية المطاف إلى الصفر. وعندما أجرى كريس جونسون عمليات محاكاة مماثلة لأستراليا، توصل إلى نتائج مشابهة: فإذا قتل كل فريق مكون من عشرة صيادين ديبروتودون واحدا فقط في السنة، فإنه في غضون نحو سبعمائة سنة، ستكون قد اختفت كل الديبروتودونات الموجودة على مسافة عدة مئات من الأميال (وبما أن القضاء على هذا الحيوان في أجزاء مختلفة من أستراليا تم على الأرجح في أوقات مختلفة، فإن جونسون يقدر أن الانقراض على نطاق القارة قد استغرق بضعة آلاف من السنوات). ومن منظور تاريخ الأرض، فإن عدة مئات من السنين، أو حتى عدة آلاف، لا تشكل عمليا وقتا طويلا على الإطلاق. أما من وجهة نظر بشرية، فإنها تُعتبر فترة هائلة. وبالنسبة إلى الناس المتورطين في هذه العملية، فإن انخفاض أعداد الحيوانات الضخمة كان بطيئا جدا لدرجة أنه لم يكن محسوسا. لم يكن لديهم طريقة لمعرفة أنه قبل قرون، كانت حيوانات الماموث والديبروتودون أكثر شيوعا. وقد وصف آلروي انقراض الحيوانات الضخمة باعتباره «كارثة بيئية فورية من الناحية الجيولوجية حدثت بطريقة تدريجية صرفة، ما جعل الناس الذين تسببوا فيها غير قادرين على إدراك حدوثها». وهذا يثبت، كما كتب آلروي، أن البشر «قادرون على دفع أي نوع من الثدييات الكبيرة تقريبا نحو الانقراض، على الرغم من أنهم قادرون أيضا على بذل كل الجهود لضمان عدم انقراضها»[19].

عادة ما يقال إن الأنثروبوسين بدأ مع الثورة الصناعية، أو ربما - حتى في وقت لاحق - مع النمو الهائل الذي طرأ على أعداد السكان في أعقاب الحرب العالمية الثانية. ووفقا لهذه الرؤية، فإن إدخال التقنيات الحديثة - التوربينات، والسكك الحديد، والمناشير - هو الذي جعل البشر يصبحون قوة تغير العالم. لكن انقراض الحيوانات الضخمة يوحي بخلاف ذلك؛ فقبل ظهور البشر على الساحة، كانت ضخامة الحيوانات، وبطئها في التكاثر يشكلان استراتيجية ناجحة جدا، وسيطرت المخلوقات الضخمة على الكوكب. ثم وخلال مدة زمنية تعادل لحظة من المنظور الجيولوجي، أصبحت هذه الاستراتيجية تمثل لعبة الطرف الخاسر. وهي لاتزال كذلك حتى يومنا هذا، وهذا هو السبب الذي جعل الفيلة والدببة والسنوريات الكبيرة تواجه ورطة كبيرة، وجعل سوسي واحدة من آخر حيوانات وحيد القرن السومطري المتبقية في العالم. في الوقت نفسه، فإن القضاء على الحيوانات الضخمة لم يقضِ على الحيوانات الضخمة فقط؛ ففي أستراليا - على الأقل - أطلق ذلك شلالا بيئيا أدى إلى تغيير المشهد الطبيعي، على الرغم من أنه قد يكون من الرائع أن نتخيل أنه ذات مرة كان هناك وقت عاش فيه الإنسان في انسجام مع الطبيعة، لكن ليس من الواضح أنه فعل ذلك في الواقع.

12

جينة الجنون

إنسان النياندرتال
Homo neanderthalensis

يقع وادي نياندر، أو كما يُعرف باللغة الألمانية داس نياندرتال das Neandertal، على بعد نحو عشرين ميلا شمال كولون Cologne، على طول ضفاف نهر دوسل Düssel، أحد روافد نهر الراين Rhine الهادئة. ومنذ أن وُجد هذا الوادي كان في معظم الأحيان تحيط به الجروف الجيرية، وكان اكتشاف العظام الذي حدث في العام 1856 وعرَّف العالم على إنسان النياندرتال Neanderthal قد تم في كهف موجود في واجهة أحد تلك الجروف. واليوم، يُعد الوادي نوعا من المتنزهات الترفيهية التي تعود إلى العصر الحجري. وبالإضافة إلى متحف النياندرتال، وهو عبارة

«من الممكن تحديد أساس «جنوننا» من خلال المقارنة بين الحمض النووي لإنسان النياندرتال والحمض النووي للإنسان»

عن مبنى حديث ومدهش بُنيت جدرانه من العبوات الزجاجية الخضراء، هناك مقاهٍ لبيع الجعة التي تحمل علامة النياندرتال التجارية، وحدائق مزروعة بأنواع الشجيرات التي ازدهرت خلال العصور الجليدية، ومسارات للمشي تؤدي إلى الموقع الذي عثر فيه على تلك العظام، علما أن العظام والكهف، وحتى الجروف قد اختفت كلها. (فقد استُخرج الحجر الجيري ونُقل ليُستخدم كتل بناء). وداخل مدخل المتحف مباشرة ينتصب مجسَّم لإنسان نياندرتال عجوز يبتسم ابتسامة لطيفة ويتكئ على عصا. إنه يشبه نسخة بشعر أشعث من يوغي بيرا(*) Yogi Berra. وبجانبه يوجد أحد أكثر المرافق جذبا للناس في ذلك المتحف: وهو عبارة عن كشك يُسمى «محطة التحول» Morphing Station. بمبلغ ثلاثة يورو، يمكن لزوار المحطة الحصول على صورة شخصية لأنفسهم ومقابلها صورة ثانية عُدّلت. في اللقطة المعدلة، ينحسر الذقن، وتنحدر الجبهة، وتبرز مؤخرة الرأس منتفخة، فالأطفال يحبون أن يروا أنفسهم - أو بالأحرى أشقاءهم - وقد تحولوا إلى إنسان نياندرتال. فهم يجدون هذا الأمر مضحكا بشكل صارخ.

ومنذ الاكتشاف الذي تم في وادي نياندر، ظهرت عظام إنسان النياندرتال في كل مكان في أوروبا والشرق الأوسط. لقد عُثر عليها شمالا حتى ويلز، وجنوبا حتى إسرائيل، وشرقا حتى القوقاز. كما استُخرجت أعداد هائلة من أدوات إنسان النياندرتال أيضا. وتشمل هذه فؤوسا يدوية على شكل حبة اللوز، وأدوات كشط حادة الحواف، وحجارة مدببة ربما كانت تُركَّب على رؤوس الرماح. كانت تستخدم هذه الأدوات لقطع اللحم، وشحذ الخشب، وربما أيضا لإعداد الجلود. عاش إنسان نياندرتال في أوروبا مدة مائة ألف سنة على الأقل. وقد اتسمت تلك الفترة في الأغلب بالبرودة، وفي بعض الفترات بالبرودة الشديدة، حيث كانت كتل الجليد تغطي إقليم إسكندنافيا. ومن المعتقد، على الرغم من أنه من غير المؤكد، أن إنسان النياندرتال، كي يحمي نفسه، بنى الملاجئ وصمم نوعا من الملابس. ثم، ومنذ ثلاثين ألف عام تقريبا، اختفى.

اقتُرحت مختلف أنواع النظريات لتوضيح هذا الاختفاء. في كثير من الأحيان يُعزى هذا الأمر إلى تغير المناخ، ويتجلى هذا التغير أحيانا إلى شكل عدم استقرار

(*) Yogi Berra (1925 – 2015) لاعب بيسبول أمريكي محترف عمل مديرا ومدربا. [المترجمان].

عام يؤدي إلى ما يشار إليه في دوائر علم الأرض بالحد الأقصى الجليدي الأخير Last Glacial Maximum، وأحيانا على شكل شتاء «بركاني» يعتقد أنه نجم عن انفجار هائل ليس بعيدا عن جزيرة إسكيا، وذلك في المنطقة المعروفة باسم الحقول الفليغرية Phlegraean Fields. كما يُلقى باللوم على المرض في بعض الأحيان، وكذلك على الحظ السيئ بكل بساطة. وفي العقود الأخيرة، أصبح من الواضح بشكل متزايد أن إنسان النياندرتال قد لقي مصير البهضم نفسه(*)، والماستودون الأمريكي، وعديد من الحيوانات الضخمة الأخرى سيئة الحظ. بعبارة أخرى، كما قال لي أحد الباحثين، «كان حظه السيئ يتمثل فينا نحن».

وصل البشر الحديثون إلى أوروبا منذ نحو أربعين ألف عام، ومرة تلو الأخرى، يظهر السجل الأثري، أنه بمجرد أن شقوا طريقهم إلى المنطقة التي كان يعيش فيها



الشكل رقم (39)

(*) جنس من الحيوانات يتبع الفصيلة البهضمية المنقرضة من رتبة الشعرانيات، جنس من الكسلان الأرضي بحجم الفيل أستوطن في أمريكا الوسطى والجنوبية. [المترجمان].

النياندرتال، فإنه اختفى من تلك المنطقة. ربما كان يجري تتبع النياندرتال بنشاط، أو ربما جرى التفوق عليه فقط. وفي كلتا الحالتين، كان انخفاض أعداده يناسب النمط المألوف، مع فرق واحد مهم (ومقلق). قبل أن يقضي البشر نهائيا على إنسان النياندرتال، فقد مارسوا الجنس معه. ونتيجة لهذا التفاعل، فإن معظم الناس الذين على قيد الحياة اليوم توجد لديهم نسبة ضئيلة – بحد أقصى يصل إلى أربعة في المائة – من سمات إنسان النياندرتال. وهناك قميص يباع بالقرب من محطة التحول يحمل عبارة بالأحرف الكبيرة تقدم صورة في قمة التفاؤل عن تلك السمات الموروثة، وهذه العبارة تقول: ICH BIN STOLZ, EIN NEANDERTHALER ZU SEIN (أي «أنا فخور بأن أكون إنسان نياندرتال»). أحببت القميص كثيرا لدرجة أنني اشتريت واحدا لزوجي، على الرغم من أنني في الآونة الأخيرة أدركت أنني نادرا ما رأيته يرتديه.

يقع معهد ماكس بلانك لعلم الإنسان التطوري The Max Planck Institute for Evolutionary Anthropology على بعد نحو ثلاثمائة ميل شرق وادي نياندر، في مدينة لايبزيغ Leipzig. يحتل المعهد مبنى جديدا فريدا يشبه قليلا شكل الموزة، وهو يشكل علامة فارقة في ذلك الحي الذي لايزال يحمل الطابع الألماني الشرقي الذي كان طاغيا على تلك المدينة في الماضي. إلى الشمال مباشرة توجد كتلة من المباني السكنية على النمط السوفييتي. وإلى الجنوب تنتصب قاعة ضخمة ببرج ذهبي، كانت تُعرف باسم الجناح السوفييتي (وهي الآن فارغة). وفي بهو المعهد هناك الكافيتريا ومعرض عن القردة العليا. ويعرض التلفزيون الموجود في الكافتيريا بثا حيا لإنسان الغاب – الأورانغوتان orangutans - في حديقة حيوان لايبزيغ.

يرأس سفانتي بابو Svante Paabo قسم علم الوراثة التطوري في المعهد. وهو طويل ونحيل، ذو وجه كئيب، وذقن صغير، وحاجبين كثيفين، يرفعهما في كثير من الأحيان لإظهار نوع من التهكم. وثمة عملان فنيان يهيمنان على مكتب بابو. الأول يخص بابو نفسه – وهو صورة أكبر من الحجم الطبيعي قدمها له طلابه في الدراسات العليا في عيد ميلاده الخمسين. (حيث رسم كل طالب جزءا من تلك الصورة، التي تبين في النهاية أنها تشبهه بشكل مدهش، ولكن ألوانها المتنافرة جعلته يبدو كأنه يعاني مرضا جلديا). والثاني يخص إنسان النياندرتال - وهو مجسم هيكل عظمي بالحجم الطبيعي، رُفع بطريقة تجعل قدميه تتدليان فوق الأرض.

يطلق على بابو، وهو سويدي، أحيانا لقب «أب علم الوراثة الأحفوري» paleo-genetics، فهو بشكل أو بآخر قد اخترع دراسة الحمض النووي القديم. وشملت أعماله الأولى، باعتباره طالب دراسات عليا، محاولة استخراج المعلومات الوراثية من لحم المومياوات المصرية. (كان يريد أن يعرف مَن مِن بين الفراعنة كان مرتبطا بمن). لاحقا، بشأن اهتمامه بالنمور التسمانية والكسلان الأرضي العملاق. استخرج الحمض النووي من عظام الماموث والموا. وكل هذه المشاريع كانت رائدة في ذلك الوقت، ومع ذلك، يمكن اعتبارها جميعا مجرد تمارين إحماء لمشروع بابو الحالي الطموح للغاية: وهو تحديد التسلسل الكامل لجينوم نياندرتال.

أعلن بابو هذا المشروع في العام 2006، وذلك في الذكرى السنوية المائة والخمسين لاكتشاف نياندرتال الأصلي. بحلول ذلك الوقت، كانت قد نُشرت نسخة كاملة من الجينوم البشري بالفعل. كذلك، نُشرت نسخ من جينوم الشمبانزي والفأر والجرذ. لكن البشر، والشمبانزي، والفئران، والجرذان هم، بالطبع، كائنات حية. وتحديد التسلسل الجينومي للكائنات الميتة هو أكثر صعوبة بكثير. فعندما ينفق الكائن الحي، تبدأ مادته الوراثية بالتفتت، حيث إنه بدلا من الخيوط الطويلة من الحمض النووي، فإن ما يتبقى لدينا، في أفضل الحالات، هو عبارة عن فتات. ويمكن تشبيه محاولة معرفة كيفية مطابقة جميع الأجزاء بعضها مع بعض بمحاولة إعادة تجميع دليل تلفونات مانهاتن من الصفحات التي وُضعت عبر جهاز تقطيع الورق، بعد أن اختلطت مع نفايات يوم أمس، وتُركت لتتعفن في مكب للنفايات.

عندما يتم الانتهاء من المشروع، ينبغي أن يكون من الممكن وضع الجينوم البشري وجينوم نياندرتال جنبا إلى جنب، ومقارنة كل زوج قاعدي بزوج قاعدي مقابل، وتحديد أين يتباعدان بالضبط. كان إنسان النياندرتال مشابها جدا للإنسان الحديث. ربما كانوا هم أقرب الأقارب لنا. لكن من الواضح أنهم لم يكونوا بشرا. لا بد أن يحتوي حمضنا النووي في مكان ما على الطفرة الرئيسة (أو، على الأرجح، الطفرات) التي تميزنا عن النياندرتال - أي الطفرات التي تجعل منا ذلك المخلوق القادر على إبادة أقرب قريب له، ثم نبش عظامه لإعادة تجميع الجينوم الخاص به.

أخبرني بابو «أريد أن أعرف ما الشيء الذي تغير لدى الإنسان الحديث، مقارنة مع إنسان النياندرتال، وأحدث ذلك الفرق. ما الذي مكننا من بناء هذه المجتمعات

الهائلة، والانتشار في جميع أنحاء العالم، وتطوير التكنولوجيا التي أعتقد أنه لا يمكن لأحد أن يشك في أن البشر انفردوا بها؟ يجب أن يكون هناك أساس وراثي لذلك، وهو يختبئ في مكان ما في هذه القوائم».

اكتُشفت العظام في وادي نياندرتال بواسطة عمال المحاجر الذين تعاملوا معها باعتبارها قمامة. وكان يحتمل أن تُفقد بالكامل لو أن مالك المحجر لم يسمع بما عثر عليه العمال وأصر على الحفاظ على تلك البقايا – وهي عبارة عن صاقورة skullcap (أي الجزء العلوي من الجمجمة)، وعظم ترقوة، وأربع من عظام الذراع، وعظمتي فخذ، وأجزاء من خمسة أضلاع، ونصف حوض. ولاعتقاده أن تلك العظام تنتمي إلى دب الكهوف، عرضها مالك المحجر على معلم مدرسة محلي، يُدعى يوهان كارل فهلروت Johann Carl Fuhlrott، الذي كان يعمل أيضا خبير حفريات. أدرك فهلروت أنه كان يتعامل مع شيء أغرب من الدب، وفي الوقت ذاته، أكثر ألفة منه. وأعلن أن تلك البقايا تعود إلى عضو بدائي من عرقنا.

وقد حدث ذلك في الوقت الذي نشر فيه داروين كتاب «أصل الأنواع»، وسرعان ما أصبحت العظام جزءا من الجدل المثار بشأن أصل البشر. رفض معارضو التطور مزاعم فهلروت. وقالوا إن تلك العظام تعود إلى شخص عادي. وافترضت إحدى النظريات أنها تعود إلى أحد أبناء القوزاق Cossack، الذين دخلوا إلى تلك المنطقة في أثناء الاضطرابات التي أعقبت الحروب النابليونية. السبب في أن العظام بدت غريبة - إذ إن عظام الفخذين عند إنسان النياندرتال مقوسة بشكل واضح - هو أن ذلك الشخص القوزاقي قد أمضى وقتا طويلا على حصانه. ونسبت نظرية أخرى تلك البقايا إلى رجل مصاب بالكساح، زاعمة أن ذلك الرجل كان يعاني آلاما مبرحة وهو ما جعله يبقي جبينه مشدودا على الدوام - ومن هنا جاء بروز حواف الحاجبين. (أما ما الذي كان يفعله رجل مصاب بالكساح ويعاني آلاما مستمرة وهو يتسلق جرفا ويدخل إلى أحد الكهوف، فهو ما لم يُفسر قط).

على مدى العقود القليلة التالية، اكتشف مزيد من العظام الشبيهة بتلك التي استُخرجت من وادي نياندر – وهي أكثر سماكة من عظام الإنسان الحديث، وتتميز بجماجم غريبة الشكل. من الواضح أنه لم يكن في الإمكان تفسير هذه الاكتشافات عبر اختراع قصص عن أبناء القوزاق التائهين أو عن مرتادي الكهوف المصابين

بالكساح. لكن وجد أنصار التطور كذلك أن تلك العظام كانت محيّرة. كان لدى إنسان نياندرتال جماجم كبيرة جدا – وهي، في المتوسط، أكبر من جماجم البشر في الوقت الحالي. وهذا جعل من الصعب التوفيق بينها وبين الرواية التي كانت تبدأ بالحديث عن قردة صغيرة الدماغ ثم تتطور تدريجيا حتى تصل إلى الفيكتوريين ذوي الدماغ الكبير. وفي كتاب «أصل الإنسان» The Descent of Man، الذي ظهر في العام 1871، يلمح داروين إلى إنسان النياندرتال فقط بشكل عابر، حيث يقول: «يجب الاعتراف بأن بعض الجماجم التي تعود إلى عصور قديمة جدا، مثل جمجمة إنسان النياندرتال الشهيرة، هي كذلك متطورة وكبيرة»[1].

ويمثل إنسان النياندرتال، الذي يُعتبر بشريا وغير بشري في الوقت ذاته، صورة مغايرة تماما عنا، والكثير من الكتابات التي تناولته منذ ظهور كتاب «أصل الإنسان» يعكس غرابة هذه العلاقة. وفي العام 1908 اكتُشف هيكل عظمي كامل تقريبا في كهف بالقرب من بلدة لاشابيل أو سانت La Chapelle- aux-Saints، في جنوب



الشكل رقم (40): إنسان نياندرتال كما صُور في العام 1909

فرنسا. وجد الهيكل طريقه إلى عالم حفريات يدعى مارسيلين بول Marcellin Boule، في متحف باريس للتاريخ الطبيعي. وفي سلسلة من الدراسات، اخترع بول نسخة من إنسان النياندرتال[2] يمكن تسميتها «لا تكن نياندرتالا بهذا الشكل»، حيث كان يبدو فيها منحني الرأس ومنثني الركبتين وذا ملامح وحشية. وكتب بول أن عظام إنسان النياندرتال تتمتع بـ «ترتيب تتميز به القرود»، في حين أن شكل جمجمته يشير إلى «هيمنة وظائف من النوع الخامل أو البهيمي الصرف»[3]. وكان من الواضح أن الابتكار و«الحساسيات الفنية والدينية»، وقدرات التفكير التجريدي، وفق قول بول، تتخطى قدرات هذا المخلوق كثيف الحاجبين. دُرست استنتاجات بول ثم رددها عديد من معاصريه. على سبيل المثال، وصف السير جرافتون إليوت سميث Sir Grafton Elliot Smith، وهو عالم أنثروبولوجيا بريطاني، إنسان النياندرتال بأنه يمشي بـ «ترهل مصحوب بنصف انحناءة» على «أرجل تفتقر إلى الرشاقة على نحو غريب». (وزعم سميث أيضا أن «عدم جاذبية» إنسان النياندرتال «تبرز أيضا بسبب تغطية الشعر الأشعث معظم أنحاء جسده»، على الرغم من عدم وجود – حتى الآن - أي أدلة مادية تشير إلى أنهم كانوا كثيري الشعر).

في خمسينيات القرن العشرين، قرر اثنان من علماء التشريح، وهما وليام شتراوس William Straus وألكسندر كيف Alexander Cave، إعادة فحص الهيكل العظمي المكتشف في بلدة لاشابيل. وقد أظهرت الحرب العالمية الثانية - فضلا عن الحرب العالمية الأولى - نوع الوحشية التي يستطيع ارتكابها أكثر البشر الحديثين تطورا، ولذلك كان من الطبيعي أن يُعاد تقييم إنسان النياندرتال. ومشية إنسان النياندرتال التي اعتبرها بول طبيعية، رأى شتراوس كيف أنها قد تكون ناتجة عن التهاب المفاصل. فإنسان النياندرتال، على حد قولهما، لا يمشي بترهل أو بركبتين مثنيتين. وأضافا أنه إذا حُلق ذقن إنسان النياندرتال وأُعطي بدلة جديدة، فإنه قد لا يكون لافتا للأنظار في مترو أنفاق مدينة نيويورك[4] «أكثر من بعض السكان الآخرين» لهذه المدينة. واتجهت الدراسات الأحدث إلى دعم فكرة أن إنسان النياندرتال، إن لم يكن بالضرورة ينوي الركوب بشكل متخفٍ على متن قطار الأنفاق بمدينة نيويورك، فإنه بالتأكيد كان يسير منتصبا، ويتمتع بطريقة في المشي نعلم أنها تشبه طريقتنا.

في ستينيات القرن العشرين اكتشف عالم آثار أمريكي يدعى رالف سوليكي Ralph Solecki العديدد من بقايا إنسان نياندرتال في كهف في شمال العراق. وتبين أن أحد النياندرتالات، ويُعرف باسم شانيدار الأول، أو نانديي اختصارا، قد تعرض لإصابة خطيرة في الرأس ربما تكون قد سببت له العمى الجزئي على الأقل. وقد التأمت جروحه، مما يشير إلى أنه حظي بعناية أفراد آخرين من مجموعته الاجتماعية. وهناك نياندرتال آخر، يُعرف باسم شانيدار الرابع، دُفن على ما يبدو، وقد اقتنع سوليكي من خلال نتائج تحليل التربة المأخوذة من موقع المقبرة أن شانيدار الرابع قد وُضعت معه زهور في القبر. وقد اعتبر هذا دليلا على الروحانيّة العميقة عند إنسان النياندرتال.

وفي الكتاب الذي يتحدث فيه عن اكتشافه هذا، ويحمل عنوان «شانيدار: أناس الزهور الأوائل» Shanidar: The First Flower People[5]، يقول سوليكي: «ندرك فجأة أن عالمية الجنس البشري وحب الجمال يتجاوزان حدود نوعنا». ومع أنه دُحضت بعض استنتاجات سوليكي فيما بعد - إذ يبدو على الأرجح أن تلك الزهور قد جُلبت إلى الكهف عن طريق القوارض في أثناء حفر جحورها وليس من قبل الأقارب الثكالى - فإن أفكاره كان لها تأثير واسع، ومجسمات أشباه البشر المفعمين بالأحاسيس، والمعروضة في وادي نياندر، مبنية على أفكار سوليكي. في مشاهد الديوراما الخاصة في المتحف، نجد إنسان النياندرتال يعيش في الخيام، ويرتدي ما يشبه سراويل اليوغا الجلدية، ويلقي نظرة تأملية على المناظر الطبيعية المتجمدة. ويحمل أحد ملصقات العرض عبارة تقول: «لم يكن إنسان النياندرتال نسخة عن رامبو من عصور ما قبل التاريخ، فقد كان شخصا ذكيا».



الشكل رقم (41): إنسان نياندرتال بعد حلاقة ذقنه وارتداء بدلة جديدة

غالبا ما يُشبّه الحمض النووي DNA بالنص، وهي مقارنة مناسبة طالما كان تعريف «النص» يشمل الكتابة التي لا معنى لها. يتكون الحمض النووي من جزيئات تُعرف باسم نيوكليوتيدات nucleotides وهي متماسكة فيما بينها على شكل سلم يتمتع بذلك الشكل الحلزوني المزدوج الشهير. كل نوكليوتيد يحتوي على واحدة من أربع قواعد: الأدينين adenine، والثايمين thymine، والجوانين guanine، والسيتوسين cytosine ، والتي يرمز إليها بواسطة الحروفA ، وT، وG، وC، حيث إن قطعة من الجينوم البشري يمكن تمثيلها على الشكل التالي: ACCTCCTCTAATGTCA. (هذا تسلسل فعلي، من الكروموسوم 10؛ والتسلسل المقابل لدى الفيل هو كما يلي: ACCTCCCCTAATGTCA). يتكون الجينوم البشري من ثلاثة مليارات قاعدة - أو، بالأحرى، زوج قاعدي - ووفقا للمعلومات المتوافرة، فإن معظمها لا يشكل شيفرة وراثية لأي شيء.

العملية التي تحول الخيوط الطويلة من الحمض النووي للكائن إلى أجزاء - أي من «نص» إلى شيء أشبه بقصاصات الورق المتناثرة - تبدأ إلى حد كبير بمجرد انتهاء حياة الكائن. ويُنجز جزء كبير من الدمار في الساعات القليلة الأولى بعد الوفاة، عن طريق إنزيمات موجودة في داخل جسم المخلوق نفسه. وبعد فترة، كل ما يتبقى هو قصاصات، وبعد فترة أطول - إذ يبدو أن طول هذه المدة يتوقف على ظروف التحلل - تتفكك هذه القصاصات أيضا. وبمجرد أن يحدث ذلك، لا يعود هناك أي شيء حتى بالنسبة إلى أكثر علماء الوراثة الأحفورية حنكة كي يعمل عليه. قال لي بابو: «ربما في طبقة الجليد الدائم يمكن للمرء العودة إلى خمسمائة ألف سنة. أو أكثر ولكنه بالتأكيد لن يصل إلى المليون». قبل خمسمائة ألف سنة كانت الديناصورات قد ماتت منذ نحو خمسة وستين مليون سنة، لذلك فإن سلسلة الأفلام الخيالية «الحديقة الجوراسية» Jurassic Park بأكملها هي، للأسف، مجرد خيال. من ناحية أخرى، منذ خمسمائة ألف عام لم يكن البشر الحديثون موجودين بعد.

بالنسبة إلى مشروع الجينوم، تمكن بابو من الحصول على 21 قطعة من عظام النياندرتال، التي عُثر عليها في كهف في كرواتيا. (من أجل استخراج الحمض النووي، فإن على بابو، أو أي عالم وراثة أحفوري آخر، أن يقطع عينات من

العظام ثم يُذوبها، وهي عملية تتردد المتاحف وجامعو الحفريات في المصادقة عليها، وذلك لأسباب تبدو واضحة إلى حد ما). إذ إن ثلاثا فقط من هذه العظام أنتجت حمضا نوويا لإنسان النياندرتال. وما زاد المشكلة تعقيدا هو أن ذلك الحمض النووي كان غارقا في الحمض النووي الخاص بالميكروبات التي كانت تتغذى على العظام منذ ثلاثين ألف سنة، ما يعني أن معظم الجهود الرامية إلى تحديد التسلسل الجينومي كانت ستذهب سدى. قال لي بابو: «تمر أوقات يشعر فيها المرء باليأس». إذ لا نكاد نحل مشكلة واحدة حتى تظهر أخرى. ويتذكر إد جرين Ed Green، وهو مهندس بيولوجي جزيئي biomolecular engineer، من جامعة كاليفورنيا في سانتا كروز، الذي عمل في المشروع عدة سنوات، قائلا: «لقد كانت تجربة حافلة بمختلف أنواع المشاعر».

وفي نهاية المطاف كان هذا المشروع قد بدأ يعطي نتائج مفيدة - تتمثل أساسا في قوائم طويلة من A وT وG وC- عندما لاحظ أحد أعضاء فريق بابو، وهو دافيد ريتش David Reich، اختصاصي الوراثة في كلية الطب بجامعة هارفارد، وجود شيء غريب. فقد كانت تسلسلات إنسان النياندرتال، كما هو متوقع، تشبه كثيرا التسلسلات البشرية. لكنها كانت أكثر شبها ببعض البشر من بعضهم الآخر. وعلى وجه التحديد، كانت كمية الحمض النووي التي يتقاسمها الأوروبيون والآسيويون مع إنسان النياندرتال أكثر من تلك التي يتقاسمها الأفارقة. قال لي ريتش: «حاولنا التخلص من هذه النتيجة، حيث قلنا لأنفسنا «لا بد أن يكون هذا خطأ».

على مدى السنوات الخمس والعشرين الماضية أو نحو ذلك، هيمنت على دراسة التطور البشري النظرية المعروفة في الصحافة العامة باسم «خارج أفريقيا» out of Africa، وفي الأوساط الأكاديمية باسم «الأصل الواحد الحديث» recent single-origin أو فرضية «الاستبدال» replacement. وتنص هذه النظرية على أن جميع البشر الحديثين يتحدرون من عدد قليل من السكان الذين عاشوا في أفريقيا منذ ما يقرب من مائتي ألف سنة. وقبل مائة وعشرين ألف سنة هاجرت مجموعة فرعية من هؤلاء السكان إلى الشرق الأوسط، ومن هناك، اندفعت مجموعات فرعية أخرى في نهاية المطاف إلى الشمال الغربي في أوروبا، وشرقا إلى آسيا، ثم تابعت شرقا نحو أستراليا. ومع تحركهم شمالا وشرقا، واجه البشر الحديثون إنسان

النياندرتال وغيره ممن يُطلق عليهم «البشر البائدون» archaic humans، الذين كانوا يسكنون بالفعل تلك المناطق. حل البشر الحديثون «محل» البشر البائدين، وهي طريقة لطيفة لقول إنهم دفعوهم نحو الانقراض. هذا النموذج من الهجرة و«الاستبدال» يشير إلى أن العلاقة بين إنسان النياندرتال والبشر يجب أن تكون هي نفسها بالنسبة إلى جميع الناس الموجودين على قيد الحياة اليوم، بغض النظر عن المكان الذي ينتمون إليه.

اعتقد عديد من أعضاء فريق بابو أن التحيز الأوراسي كان علامة على تلوث الحمض النووي. ففي مراحل مختلفة، جرى التعامل مع تلك العينات من قبل أشخاص أوروبيين وآسيويين. ربما خلط هؤلاء الناس حمضهم النووي مع الحمض النووي الخاص بإنسان النياندرتال. أُجريت عدة اختبارات لتقييم هذا الاحتمال. وكانت النتائج كلها سلبية. قال ريتش: «ظللنا نرى هذا النمط، وكلما زادت البيانات التي حصلنا عليها، أصبح الأمر أكثر تأكيدا من الناحية الإحصائية». وتدريجيا، بدأ أعضاء الفريق الآخرون يغيرون رأيهم. في بحث منشور في مجلة «ساينس» Science في مايو 2010، عرضوا الفكرة التي أصبح بابو يشير إليها باسم فرضية «الاستبدال المتسرب» leaky replacement[6]. (في وقت لاحق، صُوت على المقالة على أنها الأفضل لذلك العام، وتلقى الفريق جائزة قدرها خمسة وعشرون ألف دولار). وقبل أن يحل البشر الحديثون محل إنسان النياندرتال، فإنهم مارسوا الجنس معهم. وقد أثمرت تلك العلاقات الجنسية أطفالا أسهموا في إعمار أوروبا وآسيا والعالم الجديد.

إن فرضية الاستبدال المتسرب - إذا ما افترضنا مؤقتا أنها صحيحة – توفر أقوى دليل ممكن على التقارب بين إنسان النياندرتال والإنسان الحديث. قد يكون الطرفان أغرم أحدهما بالآخر أو ربما لم يُغرما. لكنهما مارسا الحب. وربما نُظر إلى أبنائهما المهجنين بوصفهم وحوشا وربما لم يحدث ذلك. ومع ذلك فإن شخصا ما - ربما إنسان النياندرتال أولا، وربما الإنسان الحديث - قد اهتم بهم. وقد عاش بعض أولئك المهجنين لينجبوا أطفالا، وهؤلاء، بدورهم، أصبح لديهم أطفال، وهكذا حتى يومنا هذا. حتى الآن، على الأقل بعد مرور ثلاثين ألف سنة على تلك الواقعة، فإن الإشارة تبدو واضحة: جميع البشر من غير الأفارقة، وذلك بدءا من الغينيين الجدد

مرورا بالفرنسيين وصولا إلى الهان الصينيين Han Chinese(*)، يحملون ما بين واحد إلى أربعة في المائة من الحمض النووي لإنسان النياندرتال.

إحدى كلمات بابو المفضلة في اللغة الإنجليزية هي «رائع» cool. وعندما اقتنع أخيرا بفكرة أن إنسان النياندرتال قد ورَّث بعض جيناته للإنسان الحديث، قال لي: «اعتقدتُ أن الأمر رائع جدا. هذا يعني أنهم لم ينقرضوا تماما – إنهم لايزالون يعيشون إلى حدّ ما داخلنا».

تقع حديقة حيوان لايبزيغ على الجانب الآخر من المدينة مقابل معهد علم الإنسان التطوري، ولكن المعهد له بناء مختبر خاص به على الأرض التابعة له، وكذلك غرف اختبار صممت خصيصا داخل مأوى القردة، الذي يعرف باسم بونغولاند Pongoland. بما أن أيا من أقرب الأقرباء لنا ليسوا على قيد الحياة (سوى على شكل أجزاء صغيرة موجودة داخلنا)، فإنه يتعين على الباحثين الاعتماد على ثاني أقرب الأقرباء لنا، وهي قرود الشمبانزي وبونوبو bonobos، والأقرباء البعيدة بعض الشيء، مثل الغوريلا والأورانغوتان (إنسان الغاب)، لإجراء تجارب حية. (عادة ما تُجرى التجارب نفسها أو، على الأقل، تجارب مماثلة على الأطفال الصغار أيضا، لمعرفة أوجه الشبه). ذات صباح ذهبت إلى حديقة الحيوان، على أمل مشاهدة تجربة في أثناء إجرائها. في ذلك اليوم، كان طاقم من هيئة الإذاعة البريطانية BBC يزور بونغولاند أيضا، لتصوير برنامج عن ذكاء حيواني، وعندما وصلت إلى مأوى القردة وجدت حقائب الكاميرات تملأ المكان، وكان مدونا عليها عبارة «حيوانات آينشتاينية» Animal Einsteins.

من أجل التصوير، كان هناك باحث يُدعى هيكتور مارين مانريكه Hector Marin Manrique يُعيد تمثيل سلسلة من التجارب التي أجراها سابقا بروح علمية بحتة. اقتيدت إحدى إناث الأورانغوتان، واسمها دوكانا، إلى إحدى غرف الاختبار. ومثل معظم حيوانات الأورانغوتان، كان لديها فراء نحاسي اللون وملامح تنم عن الضجر من الحياة. في التجربة الأولى، التي تضمنت عصيرا أحمر وأنابيب رقيقة من البلاستيك، أظهرت دوكانا أنه كان يمكنها التمييز بين قشة الشرب التي تعمل

(*) مجموعة عرقية وشعب من شرق آسيا، وهي أكبر مجموعة عرقية في العالم حيث تشكل 18 في المائة من سكان العالم. [المترجمان].

والقشة التي لا تعمل. في التجربة الثانية، التي اشتملت على مزيد من العصير الأحمر ومزيد من أنابيب البلاستيك، أظهرت أنها فهمت فكرة القشة من خلال استخراج قضيب صلب من أحد الأنابيب ثم استخدام الأنبوب الذي أصبح فارغا الآن للشرب بواسطته. أخيرا، وفي عرض على مستوى جمعية منسا Mensa(*) لإظهار براعة «البونجيدات» pongid(**)، تمكنت دوكانا من الحصول على حبة الفول السوداني التي وضعها مانريكه في قاع أسطوانة بلاستيكية طويلة (ثُبِّتت الأسطوانة على الحائط حتى لا يمكن إسقاطها). كانت دوكانا تمشي على قبضتيها إلى ماء الشرب، وتأخذ بعض الماء في فمها، ثم تعود، وتبصق في الأسطوانة. كررت العملية حتى عامت حبة الفول السوداني وأصبحت في متناول اليد. في وقت لاحق، شاهدت طاقم هيئة الإذاعة البريطانية (BBC) يعيد هذه التجربة مع أطفال في سن الخامسة، باستخدام حاويات بلاستيكية صغيرة من الحلوى بدلا من الفول السوداني. على الرغم من ترك مرشة مملوءة بالماء في مكان بارز في الجوار، فإن طفلا واحدا فقط - وكان فتاة - تمكن من التوصل إلى خيار تعويم قطعة الحلوى، وقد حدث ذلك بعد قدر كبير من التلقين. سأل أحد الأولاد بتذمر: «كيف سيساعدني الماء؟»، وذلك قبل أن يستسلم.

إحدى الطرق لمحاولة الإجابة عن سؤال: «ما الذي يجعلنا بشرا؟» هو أن نسأل: «ما الذي يجعلنا مختلفين عن القردة العليا؟» أو، لأكون أكثر دقة، عن القردة غير البشرية، نظرا إلى أن البشر، بالطبع، هم قردة. وكما بات كل إنسان يعلم الآن - وكما تؤكد التجارب التي أجريت على دوكانا مرة أخرى - أن القردة غير البشرية ذكية للغاية؛ فهي قادرة على التوصل إلى الاستنتاجات، وحل الألغاز المعقدة، وفهم ما الذى يحتمل (وما الذي يستبعد) أن تعرفه القرود الأخرى. عندما أجرى باحثون من لايبزيغ سلسلة من الاختبارات على الشمبانزي، والأورانغوتان، وأطفال يبلغون من العمر عامين ونصف العام، وجدوا أن أداء الشمبانزي، والأورانغوتان، والأطفال متشابه في مجموعة واسعة من المهمات التي تنطوي على فهم العالم المادي[7]. على سبيل المثال، إذا وضع الشخص الذي يقوم بالتجربة مكافأة داخل كوب من بين ثلاثة أكواب، ثم حركنا الأكواب، فإن الأطفال والقرود يتساويان في معدل عثورهما

(*) أكبر وأقدم جمعية للحاصلين على IQ مرتفعة جدا (98 في المائة وأكثر). [المترجمان].

(**) مجموعة من القردة العليا تضم الشمبانزي والغوريلا والأورانغوتان – إنسان الغاب. [المترجمان].

على المكافأة، أما معدلات قرود الشمبانزي فكانت، في الحقيقة، أعلى في كثير من الأحيان. وتبين أن القردة تستوعب الكمية مثل الأطفال؛ فقد كانت تختار باستمرار الطبق الذي يحتوي على مزيد من الحلويات، وذلك حتى عندما كان الاختيار يتطلب استخدام شكل من أشكال الحساب، إن صح التعبير، كما تبين أنها تتمتع بفهم جيد للسببية (فقد فهمت القردة، على سبيل المثال، أن الكوب الذي يخشخش عندما يهتز كان يُحتمل أن يحتوي على الطعام أكثر من الكوب الذي لا يخشخش). وكانت أيضا ماهرة بالقدر نفسه في التلاعب بالأدوات البسيطة.

أما الأطفال فقد تفوقوا بانتظام على القردة في المهمات التي تتضمن قراءة الإشارات الاجتماعية؛ فعندما كان الأطفال يُعطَون تلميحا حول مكان العثور على مكافأة - كأن يقوم شخص بالإشارة إلى الحاوية الصحيحة أو النظر إليها - فإنهم كانوا يتلقفونه. وبالنسبة إلى القردة فإما أنها لم تفهم أنه كان تُقدَّم المساعدة لها، وإما أنها لم تتمكن من تعقب الإشارة. وبالمثل، عندما شُرح للأطفال كيفية الحصول على مكافأة، عبر تمزيق صندوق، على سبيل المثال، فإنهم لم تكن لديهم مشكلة في فهم تلك النقطة وتقليد السلوك. أما القرود فقد أصيبت بالحيرة مرة أخرى. باعتراف الجميع، كان الأطفال يتمتعون بتميز كبير في المجال الاجتماعي، لأن من أجرى التجارب ينتمي إلى نوعهم، ولكن بصورة عامة، يبدو أن القردة تفتقر إلى الدافع نحو الحل الجماعي للمشكلات، والذي يعد أمرا مركزيا للغاية في المجتمع الإنساني.

أخبرني مايكل توماسيلو Michael Tomasello، الذي يرأس قسم علم النفس التنموي والمقارن في المعهد أن «قردة الشمبانزي تقوم بكثير من الأشياء الذكية على نحو لا يصدق، لكن الفرق الرئيسي الذي رأيناه يتمثل في كوننا نتعاون. ولو كنتِ في حديقة الحيوان اليوم، فإنك لن تشاهدي أبدا اثنين من الشمبانزي يحملان شيئا ثقيلا معا؛ فهي لا تمتلك هذا النوع من المشروع التعاوني».

عادة ما يعمل بابو حتى وقت متأخر، وفي معظم الليالي يتناول العشاء في المعهد، حيث الكافتيريا تبقى مفتوحة حتى الساعة الـ 7 مساء. في إحدى الأمسيات، عرض أن نغادر في وقت مبكر ليصحبني في جولة في جميع أنحاء وسط مدينة لايبزيغ. زرنا الكنيسة حيث دفن باخ، وانتهى بنا الأمر في حانة آورباخ كيلر Auerbachs Keller، التي يصطحب ميفيستوفيلس Mephistopheles فاوست Faust إليها

في المشهد الخامس من مسرحية غوته Goethe (ويُعتقد أن هذه الحانة كانت مكان غوته المفضل عندما كان طالبا جامعيا). ذهبتُ إلى حديقة الحيوان في اليوم السابق، وسألت بابو عن تجربة افتراضية. إذا ما أتيحت له الفرصة لإخضاع إنسان النياندرتال لأنواع الاختبارات التي رأيتها في بونغولاند، ما الذي كان سيفعله؟ كيف كان إنسان النياندرتال في رأيه؟ هل يعتقد أن هذا الإنسان كان في إمكانه التحدث؟ أرجع ظهره إلى الوراء وهو جالس في كرسيه ثم طوى ذراعيه أمام صدره.

وقال: «يشعر المرء بإغراء قوي لإطلاق التكهنات، لذا أحاول مقاومة ذلك عبر رفض أسئلة من قبيل هل أعتقد أنه (أي إنسان النياندرتال) كان سيتحدث؟ لأنني، بصراحة، لا أعرف، وبمعنى ما تستطيعين التكهن بشأن هذا الأمر مثلي، وبالقدر نفسه من التبرير».

العديد من المواقع التي عُثر فيها على بقايا إنسان النياندرتال تعطي كثيرا من التلميحات بشأن كيف كان شكله، على الأقل لأولئك الذين يميلون إلى التكهن. كان إنسان نياندرتال قويا للغاية - وتشهد على ذلك سماكة عظامه - وعلى الأرجح كان في إمكانه سحق الإنسان الحديث. كان بارعا في صنع الأدوات الحجرية، على الرغم من أنه يبدو أنه أمضى عشرات الآلاف من السنين في صنع الأدوات نفسها مرارا وتكرارا. وعلى الأقل في بعض المناسبات، كان يدفن موتاه. وأيضا في بعض المناسبات، يبدو أن أبناء نوعه اقتتلوا وأكل بعضهم بعضا. وهناك العديد من الهياكل العظمية للنياندرتال، وليس فقط ناندي، التي تظهر عليها علامات المرض أو التشوه. ويبدو أن إنسان النياندرتال الأصلي، الذي عُثر عليه في وادي نياندر قد تعرض لإصابتين خطيرتين، واحدة في رأسه والأخرى في ذراعه اليسرى. أما نياندرتال لاشابيل فقد تحمل، بالإضافة إلى التهاب المفاصل، كسرا في الضلع ورضفة الركبة. هذه الإصابات قد تعكس قسوة الصيد بالنسبة إلى إنسان النياندرتال في ظل محدودية السلاح المتوافر لديه؛ ويبدو أنه لم يطور المقذوفات أبدا، لذا كان عليه أن يصعد فوق فريسته حتى يقتلها. وكما حصل مع ناندي، فقد تعافى كل من النياندرتال الأصلي ونياندرتال لاشابيل من إصاباتيهما، ما يعني أن أفراد النياندرتال كانوا بالتأكيد يهتمون بعضهم ببعض، وهذا بدوره يشير إلى قدرته على التعاطف. من السجل الأثري، يمكن كذلك استنتاج أن إنسان نياندرتال قد تطور في أوروبا، أو في غرب

الإنسان:
TACACTCACATTTTTTTGCATATTATCTAGTCCCATGACATTA
النياندرتال:
TACACTCACATTTTTTTACATATTATCTAGCCCCATGACATTA
الشمبانزي:
TACACTCACA-TTTTTTACATATTATCTAGTCCCATGACATTA

الشكل رقم (42): جزء من الكروموسوم 5 من جينومات الإنسان والنياندرتال والشمبانزي

آسيا، وانتشر من هناك، وتوقف عندما وصل إلى الماء أو بعض العوائق الكبرى الأخرى (وخلال آخر عصر جليدي، عندما كانت مستويات البحر أقل بكثير مما هي عليه الآن، لم تكن هناك قناة إنجليزية للتنافس معها). هذه هي واحدة من أهم الطرق الأساسية التي يختلف فيها الإنسان الحديث عن إنسان نياندرتال، وفي رأي بابو، هي أيضا واحدة من أكثر الأشياء إثارة للحيرة. وعندما رحل الإنسان الحديث إلى أستراليا، على الرغم من أن ذلك حدث في منتصف العصر الجليدي، لم تكن هناك طريقة للقيام بهذه الرحلة من دون عبور المياه المفتوحة.

وكان البشر البائدون، مثل الإنسان المنتصب Homo erectus، كما قال لي بابو: «قد انتشروا مثل العديد من الثدييات الأخرى في العالم القديم»، ثم أضاف: «فهم لم يأتوا قط إلى مدغشقر، ولا إلى أستراليا. والأمر ذاته ينطبق على إنسان النياندرتال. فقط الإنسان الحديث تماما هو الذي بدأ هذا النوع من المغامرة في اتجاه المحيط، حيث لا تُرى الأرض. وقد أدت التكنولوجيا دورا في ذلك، بالطبع؛ يجب أن يكون لديك سفن للقيام بذلك، ولكن يطيب لي أن أفكر أو أقول إن الأمر ينطوي أيضا على بعض الجنون. أتعلمين؟ كم عدد الاشخاص الذين أبحروا واختفوا في المحيط الهادئ قبل العثور على جزيرة الفصح Easter Island؟ أعني أن الأمر مثير للسخرية. ولماذا يقومون بذلك؟ هل من أجل المجد؟ أم من أجل الخلود؟ أم لإرضاء الفضول؟ وها نحن الآن نذهب إلى المريخ. إننا لا نتوقف أبدا».

إذا كان هذا التململ الجنوني من السمات المميزة للإنسان الحديث، فإنه، وفقا لرؤية بابو، يجب أن يكون هناك نوع من الجينات الجنونية. وقال لي عدة مرات إنه يعتقد أنه من الممكن تحديد أساس «جنوننا» من خلال المقارنة بين الحمض

النووي لإنسان النياندرتال والحمض النووي للإنسان. وفي إحدى المرات، قال: «إذا كنا في يوم من الأيام سنعرف أن طفرة غريبة هي التي جعلت جنون البشر واستكشافهم شيئا ممكنا، سيكون من المدهش أن نفكر أن الشذوذ الطفيف الذي أصاب هذا الكروموسوم هو الذي جعل كل هذا يحدث وغيّر النظام البيئي بأكمله على الكوكب، وجعلنا نسيطر على كل شيء». وفي مرة أخرى، قال: «نحن مجنونون بطريقة ما. ما الذي يدفعنا إلى ذلك؟ هذا ما أود حقا أن أفهمه. وسيكون من الرائع جدا جدا أن أعلم ذلك».

بعد ظهر أحد الأيام، كنتُ أتجول في مكتب بابو، عندما أظهر لي صورة للنصف العلوي من جمجمة اكتُشفت أخيرا بواسطة أحد هواة جمع الحفريات في مكان يبعد مسافة نصف ساعة تقريبا من لايبزيغ. من خلال الصورة، التي أُرسلت إليه بالبريد الإلكتروني، قرر بابو أن الجمجمة قد تكون قديمة جدا. كان يعتقد أنها ربما تنتمي إلى إنسان نياندرتال مبكر، أو حتى إلى إنسان هايدلبيرغ Homo heidelbergensis الذي يعتقد البعض أنه السلف المشترك الذي ينتمي إليه البشر والنياندرتال معا. وقرر أيضا أن يحصل عليها. عُثِر على النصف العلوي من تلك الجمجمة في محجر موجود في بركة من الماء، ورأى أن تلك الظروف ربما تكون هي التي حافظت عليها، ولذلك في حال تمكن من الوصول إليها بسرعة، فإنه سيكون قادرا على استخراج بعض الحمض النووي منها. لكن كان قد قُطِع وعد بإعطاء تلك الجمجمة إلى أستاذ لعلم الإنسان في جامعة ماينز. كيف يمكن أن يقنع البروفيسور بمنحه ما يكفي من العظام ليجري التجارب عليها؟

هاتف بابو كل شخص يعرفه، ممن يعتقد أنه قد يعرف الأستاذ المذكور، وطلب من سكرتيره الاتصال بسكرتير ذلك الأستاذ للحصول على رقم الهاتف الخلوي الخاص بالأستاذ، وقال مازحا - أو ربما شبه مازح فقط - إنه سيكون على استعداد لفعل المستحيل إذا كان ذلك من شأنه أن يساعد. استمر جنون إرسال وتلقي الاتصالات هذه في كل أرجاء ألمانيا لأكثر من ساعة ونصف الساعة، حتى تحدث بابو أخيرا إلى واحد من الباحثين في مختبره الخاص. كان الباحث قد رأى بالفعل ذلك الجزء من الجمجمة، وخلص إلى أنها لم تكن قديمة على الإطلاق. وهكذا فقد بابو الاهتمام بها على الفور.

بالنسبة إلى العظام القديمة، أنت لا تعرف أبدا ما الذي ستحصل عليه. قبل بضع سنوات، تمكن بابو من الحصول على قطعة سن من أحد الهياكل العظمية التابعة لما يسمى «الهوبيت» hobbit(*)، والتي عُثِر عليها على جزيرة فلوريس، في إندونيسيا. فالهوبيت، الذين اكتُشفوا فقط في العام 2004، بشكل عام، يعتقد أنهم كانوا من البشر الأقزام البائدين - إنسان فلوريس - Homo floresiensis كان تاريخ هذه السن يعود إلى نحو سبعة عشر ألف سنة، ما يعني أن عمرها كان يعادل فقط نحو نصف عمر عظام نياندرتال الكرواتية. لكن بابو لم يتمكن من استخراج أي حمض نووي منها.

وبعد ذلك بعام أو نحو ذلك، حصل على جزء من عظم إصبع اكتُشف في كهف في جنوب سيبيريا، بالإضافة إلى ضرس غريب يوجد شبه مبهم بينه وبين أضراس البشر. كان عظم الإصبع - الذي لا يتجاوز حجمه حجم ممحاة قلم رصاص تقريبا - كان عمره أكثر من أربعين ألف سنة. افترض بابو أنه يعود إما إلى إنسان حديث، وإما إلى إنسان النياندرتال. إذا ثبت أنه يعود إلى الأخير فسيكون هذا الموقع هو أبعد موقع إلى الشرق عُثِر فيه على بقايا إنسان النياندرتال. وبعكس سن الهوبيت، أنتجت قطعة الإصبع تلك كميات كبيرة على نحو مدهش من الحمض النووي. عند الانتهاء من تحليل الأجزاء الأولى، حدث أن كان بابو في الولايات المتحدة. اتصل بمكتبه، وقال له أحد زملائه: «هل أنت مستعد لسماع ما سأقوله لك؟» فقد أظهر الحمض النووي أن عظم الإصبع لا ينتمي إلى إنسان حديث أو إنسان نياندرتال. بل تبين أن صاحبه يمثل مجموعة جديدة تماما من أسلاف البشر الذين لم يكن أحد يعلم بوجودهم سابقا. في بحث نشر في ديسمبر 2010 في مجلة نيتشر، أطلق بابو على هذه المجموعة الجديدة اسم إنسان دينيسوفا Denisovans، نسبة إلى كهف دينيسوفا، الذي عُثِر فيه على العظام[8]. وكتبت إحدى الصحف في عنوان رئيسي بشأن هذا الاكتشاف «إشهار الإصبع الوسطى أمام التاريخ المتعارف عليه لحقبة ما قبل التاريخ». وما يثير الدهشة - أو ربما، يجدر القول الآن، ما هو متوقع – هو أنه لا بد من أن يكون الإنسان

(*) أُطلق لقب «الهوبيت» على هذا النوع المنقرض من البشر الأقزام بعد اكتشاف آثاره في العام 2004 بسبب الشبه الشكلي بينه وبين المخلوقات الخيالية التي ابتكرها الروائي البريطاني جون تولكين J.R. Tolkien ، وأوردها في روايته الشهيرة «الهوبيت» The Hobbit، المنشورة في العام 1973، واختلق لها اسم «الهوبيت». [المحرر].

الحديث قد تزاوج مع إنسان دينيسوفا أيضا؛ لأن المعاصرين من غينيا الجديدة يحملون ما يصل إلى ستة في المائة من الحمض النووي لإنسان دينيسوفا (ومن غير الواضح لماذا ينطبق هذا الأمر على الغينيين الجدد، وليس على مواطني سيبيريا أو الآسيويين الأصليين، لكن من المفترض أنه يتعلق بأنماط الهجرة البشرية).

مع اكتشاف الهوبيت وإنسان دينيسوفا، اكتسب الإنسان الحديث قريبين جديدين. ويبدو من المرجح أنه مع تحليل الحمض النووي من العظام القديمة الأخرى، سيُعثَر على أقارب إضافيين للبشر. وكما قال لي كريس سترينغر Chris Stringer، وهو عالم أنثروبولوجيا بريطاني بارز: «أنا متأكد من أن لدينا مزيدا من المفاجآت في المستقبل».

في هذه المرحلة، ليس هناك دليل يشير إلى ما الذي قضى على إنسان دينيسوفا أو الهوبيت. ولكن توقيت رحيلهما والنمط العام للانقراضات التي حدثت في أواخر العصر البلايستوسيني يشيران إلى مشتبه واحد وواضح. بما أن إنسان دينيسوفا والهوبيت كانا قريبين منا كثيرا، يُعتقد أن فترة حملهما كانت طويلة، وبالتالي فإنهما كانا يعانيان نقطة الضعف الرئيسية نفسها، والتي كانت تعانيها الحيوانات العملاقة، وهي انخفاض معدل التكاثر. وكل ما كان مطلوبا للقضاء عليهما هو ممارسة الضغط المستمر لتقليل أعداد البالغين القادرين على التكاثر.

وينطبق الشيء نفسه على أقرب الأقرباء لنا، وهذا هو السبب أن جميع القردة العليا، باستثناء البشر، اليوم تواجه الضياع؛ فقد انخفض تعداد الشمبانزي في البرية إلى نصف ما كان عليه قبل خمسين سنة، وقد اتبعت أعداد الغوريلا الجبلية مسارا مماثلا. وانخفض تعداد الغوريلا في الأراضي المنخفضة بشكل أسرع؛ وتشير التقديرات إلى أن أعدادها قد تقلصت بنسبة ستين في المائة فقط في العقدين الأخيرين. وتشمل أسباب الانهيار الصيد غير القانوني والمرض وفقدان الموطن الطبيعي؛ وقد تفاقم السبب الأخير نتيجة الحروب العديدة، التي دفعت أمواج اللاجئين إلى المناطق المحدودة للغوريلا. تصنف الأورانغوتان السومطرية بأنها «معرضة لخطر كبير»، بمعنى أنها في «خطر الانقراض الشديد للغاية في البرية». في هذه الحالة، يتمثل التهديد في السلم أكثر مما يتمثل في العنف؛ ومعظم قردة الأورانغوتان المتبقية تعيش في مقاطعة

آتشيه Aceh(*)، حيث انتهت أخيرا عقود من الاضطرابات السياسية التي أدت إلى زيادة في قطع الأشجار، سواء القانوني أو غير القانوني. كانت إحدى العواقب العديدة غير المقصودة لعصر الأنثروبوسين هي تقليم شجرة عائلتنا. فبعد أن قضينا على الأنواع الشقيقة لنا - إنسان النياندرتال وإنسان دينيسوفا - منذ عدة أجيال، نعمل الآن للقضاء على أبناء عمومتنا من الدرجتين الأولى والثانية. في الوقت الذي ننتهي فيه، من الممكن جدا ألا يكون قد تبقى أي ممثل واحد بين القردة العليا، باستثنائنا نحن.

اكتُشفت إحدى أكبر المجموعات التي يُعثَر عليها لعظام النياندرتال – وهي عبارة عن بقايا من سبعة أفراد - منذ نحو قرن في منطقة تُعرف باسم لافيراسي La Ferrassie، جنوب غرب فرنسا. تقع لافيراسي La Ferrassie في إقليم دوردونيي Dordogne، ليس بعيدا عن لاشابيل La Chapelle، وعلى بعد نصف ساعة بالسيارة من عشرات المواقع الأثرية المهمة الأخرى، بما في ذلك الكهوف ذات الرسوم في لاسكو Lascaux. على مدى عدد من فصول الصيف الأخيرة، كان هناك فريق يضم أحد زملاء بابو ينقب في لافيراسي La Ferrassie، فقررت الذهاب إليهم وإلقاء نظرة. وصلت إلى مقر الحفر – وهو عبارة عن حظيرة تبغ محولة - في الوقت المناسب لتناول العشاء المكون من لحم البقر بالبورغينيون boeuf bourguignon(**) الذي قُدِّم على طاولات مؤقتة في الفناء الخلفي.

في اليوم التالي، انطلقتُ بالسيارة نحو لافيراسي La Ferrassie مع بعض علماء الآثار من الفريق. يقع ذلك المكان في منطقة ريفية هادئة، بشكل محاذ تماما للطريق. منذ آلاف السنين، كان موقع لافيراسي عبارة عن كهف كبير من الحجر الجيري، ولكن أحد جدرانه انهار نحو الداخل منذ فترة، وأصبح الآن مفتوحا على الجانبين. وهناك حافة ضخمة من الصخور التي ترتفع فوق سطح الأرض إلى نحو عشرين قدما، على شكل نصف سقف مقبب. يحيط بالموقع سياج من الأسلاك الشائكة، وقد عُلِّقت عليه أقمشة قنبية جعلته يبدو كأنه مسرح جريمة.

(*) تقع في إندونيسيا في الطرف الشمالي لسومطرة. [المترجمان].

(**) لحم البقر بالبورغينيون (بالفرنسية: Bœuf bourguignon)، هو حساء من لحم البقر من تقليد المطبخ الفرنسي، مطبوخ بالنبيذ بورجندي، ويرافقه فطر عيش الغراب مقلم، وبصل ولحم خنزير مقدد. [المترجمان].

كان اليوم حارا ومملوءا بالغبار. وكان هناك نصف دستة من الطلاب الذي يجلسون في خندق طويل، ويعملون على إزالة التراب باستخدام المسطرين. على طول جانب الخندق كان يمكنني أن أرى أجزاء من العظام التي كانت تبرز من التربة المائلة إلى اللون الأحمر. قيل لي إن العظام القريبة من القاع قد قذف بها هناك إنسان نياندرتال. أما العظام القريبة من السطح فهي من بقايا الإنسان الحديث، الذي استولى على الكهف بمجرد أن ذهب إنسان نياندرتال. أُزيلت هياكل النياندرتال العظمية منذ فترة طويلة من الموقع، ولكن كان لايزال هناك أمل في العثور على جزء صغير منها، مثل السن. وكل كسرة عظم كانت تُستخرَج، إلى جانب كل رقاقة من الصوان وكل الأشياء الأخرى التي يمكن أن تكون ذات أهمية ولو بعيدة، كانت توضع جانبا لتُعَاد إلى مزرعة التبغ وتوضع علامة عليها.

بعد أن راقبت الطلاب وهم ينحتون في الموقع لفترة من الوقت، تراجعت إلى الظل. حاولت أن أتخيل كيف كانت الحياة بالنسبة إلى النياندرتال في لافيراسي. على الرغم من أن المنطقة هي الآن مشجرة، لكن كانت في ذلك الوقت بلا شجر. كانت هناك أيائل الإلكة تجوب الوادي، وكذلك الرنة والماشية البرية والماموث. لم يأت إلى ذهني شيء أبعد من هذه الحقائق الشاردة. طرحت السؤال على علماء الآثار الذين ركبت معهم، قال شانون ماكفيرون Shannon McPherron، وهو متطوع من معهد ماكس بلانك: «كان الجو باردا».

وقال دنيس ساندغاث Dennis Sandgathe، من جامعة سيمون فريزر Simon Fraser الكندية: «وكانت لهم رائحة كريهة».

وأضاف هارولد ديبل Harold Dibble، من جامعة بنسلفانيا: «وربما كانوا جائعين».

قال ساندغاث: «ما كان لأحد أن يعمر طويلا». في وقت لاحق، وبعد العودة إلى الحظيرة، رحتُ أنبش بين القطع والأجزاء التي حُفِرت خلال الأيام القليلة الماضية. كان هناك المئات من شظايا عظام الحيوانات، كل واحدة منها نُظِّفت ورُقِّمت ووُضِعت في كيس بلاستيكي صغير خاص بها، والمئات من رقائق الصوان. معظم تلك الرقائق ربما كانت بقايا صناعة الأدوات – وهذه في العصر الحجري كانت تعادل نجارة الخشب - لكن علمت أن بعضا منها كان عبارة عن أدوات. بمجرد أن أُعطيت فكرة عن الأشياء التي يجب أن أبحث عنها، أصبح في إمكاني رؤية الحواف المشطوفة

التي صنعها إنسان نياندرتال. وبرزت أداة واحدة على وجه الخصوص، وهي حجر صوان بحجم راحة اليد، ويشبه شكل الدمعة. في لغة علم الآثار، كان ذلك عبارة عن فأس يدوية، علما أنها ربما لم تُستخدم بوصفها فأسا بالمعنى المعاصر للكلمة. وقد عُثِر عليها بالقرب من قاع الخندق، لذلك كان يقدر عمره بنحو سبعين ألف سنة. أخرجته من كيس البلاستيك وقلبته. كان متناسقا تماما تقريبا - وبالنسبة إلى العين البشرية، على الأقل - كان جميلا للغاية. قلت إنني أعتقد أن إنسان النياندرتال الذي ابتكره كان بالتأكيد يمتلك حسا عاليا في التصميم. فاعترض ماكفيرون.

قال لي: «نحن نعرف نهاية القصة، نحن نعرف كيف تبدو الثقافة الحديثة، إذن ما نفعله هو أننا نريد أن نشرح كيف وصلنا إلى هنا. وهناك ميل نحو المبالغة في قراءة الماضي عبر إسقاط الحاضر عليه؛ لذلك عندما ترين فأسا يدوية جميلة وتقولين، انظر إلى الحرفية في هذا؛ إنها فعليا قطعة فنية، فإن هذا هو منظورك اليوم، لكن لا يمكنك أن تفترضي صحة ما تحاولين إثباته».

من بين آلاف القطع الحرفية التي استُخرجت لإنسان النياندرتال، ولا واحدة منها تقريبا تمثل محاولات لا لبس فيها في الفن أو الزخرفة، وتلك التي فسرت بهذه الطريقة - على سبيل المثال، القلادات العاجية التي اكتشفت في كهف في وسط فرنسا - هي موضوع خلافات عويصة ولا نهاية لها (يعتقد بعض علماء الآثار أن القلادات صُمِّمت من قبل إنسان النياندرتال الذي حاول تقليد الإنسان الحديث بعد احتكاكه به. ويجادل آخرون بأن القلادات صُمِّمت من قبل الإنسان الحديث الذي احتل الموقع بعد إنسان النياندرتال). أدى هذا الغياب إلى اقتراح البعض أن إنسان النياندرتال كان غير قادر على إنتاج الفن، أو أنه لم يكن مهتما به، وهذا يؤدي تقريبا إلى النتيجة نفسها. قد نرى نحن أن الفأس اليدوية «جميلة»؛ أما إنسان النياندرتال فقد رأى أنها مفيدة. ومن الناحية الجينية، كان يفتقر إلى ما يمكن أن يطلق عليه الطفرة الجمالية.

في آخر يوم لي في دوردونيي Dordogne، ذهبت لزيارة موقع أثري قريب - موقع بشري – يدعى مغارة كومباريل Grotte des Combarelles. وهذه المغارة عبارة عن كهف ضيق للغاية يمتد على نحو متعرج لمسافة تقرب من ألف قدم داخل جرف من الحجر الجيري. منذ إعادة اكتشافه، في أواخر القرن التاسع عشر، تم توسيع الكهف وتزويده بالأضواء الكهربائية التي جعلت من الممكن التجول

فيه بأمان، إن لم يكن بشكل مريح تماما. عندما دخل البشر إلى هذه المغارة لأول مرة، قبل اثني عشر أو ثلاثة عشر ألف عام، كان وضعها مختلفا. فقد كان السقف حينئذ منخفضا لدرجة أن الطريقة الوحيدة الممكنة للتنقل عبر الكهف كانت عبر الزحف، والطريقة الوحيدة الممكنة للرؤية في الظلام الحالك هي حمل النار. ثمة شيء - ربما يكون الإبداع، وربما الروحانية، وربما «الجنون» - هو الذي دفع الناس إلى المضي قدما على الرغم من تلك المعوقات. في أعماق المغارة، الجدران مغطاة بالمئات من النقوش. كل الصور تعود إلى حيوانات انقرض العديد منها الآن: مثل الماموث، والأرخص (ثور أوروبي)، ووحيد القرن المغطى بالصوف. والحيوانات التي تتمتع بأكبر قدر من التفاصيل هي التي تمتلك حيوية خارقة: إذ يبدو الحصان البري كأنه يرفع رأسه، في حين ينحني حيوان الرنة إلى الأمام، على ما يبدو للشرب.

وكثيرا ما يدور في الأذهان أن البشر الذين رسموا على جدران مغارة كومباريل كانوا يعتقدون أن صورهم لديها قوى سحرية، وبطريقة ما كانوا على حق؛ فقد عاش إنسان النياندرتال في أوروبا لأكثر من مائة ألف سنة، وخلال تلك الفترة لم يكن يتميز عن أي حيوان فقاري كبير آخر بالتأثير في محيطه. وهناك كل الأسباب للاعتقاد أنه لو لم يظهر البشر على الساحة، لكان إنسان النياندرتال لايزال موجودا هناك، إلى جانب الخيول البرية ووحيد القرن المغطى بالصوف. وتترافق القدرة على تمثيل العالم بالعلامات والرموز مع القدرة على تغييره، وهذا يتضمن، في واقع الحال، القدرة على تدميره أيضا. إن الذي يميزنا عن إنسان النياندرتال هو مجموعة صغيرة من الاختلافات الجينية، ولكن هذه المجموعة هي التي صنعت كل الفرق.

13

الشيء المكسو بالريش

الإنسان العاقل
Homo sapiens

كتب المؤلف جوناثان شيل Jonathan Schell «لم يكن علم المستقبل يوما مجال بحث محترما»[1]. وضعتُ هذا التحذير في الاعتبار، عندما انطلقتُ نحو معهد أبحاث الحفاظ على البيئة، وهو موقع تابع لحديقة سان دييغو للحيوانات على بعد ثلاثين ميلا شمال المدينة. والطريق إلى ذلك المعهد يمر بعدة ملاعب للغولف، ومصنع نبيذ، ومزرعة نعام. وعندما وصلتُ إلى ذلك المكان، وجدتُه هادئا، كأنه مستشفى. اصطحبتني ماريلس هوك Marlys Houck، الباحثة المتخصصة في زراعة الأنسجة، عبر ممر طويل نحو غرفة بلا نوافذ. ارتدت زوجا من القفازات التي تبدو مثل قفازات

«إن الألم الذي يسببه فقدان أحد الأنواع كبير، إلى درجة تجعلنا مستعدين لإخضاع وحيد القرن لفحص بالموجات فوق الصوتية، ومداعبة الغربان مداعبة جنسية»

الفرن المخصصة للأعمال الشاقة، ثم رفعت الغطاء عن حوض معدني كبير. تصاعد بخار شبحي من الفتحة.

في قاع الحوض كانت توجد كمية من النيتروجين السائل، في حين كانت درجة الحرارة تحت الصفر بـ 320 درجة فهرنهايت. وكانت هناك صناديق من القوارير البلاستيكية الصغيرة معلقة فوق النيتروجين السائل. كانت الصناديق مرصوصة على شكل أبراج، والقوارير مرتبة ومنتصبة، مثل الأوتاد، كل واحدة في فتحة خاصة بها. تحدد هوك الصندوق الذي تبحث عنه، وتحصي عدة صفوف أفقيا، ثم عموديا. تسحب قارورتين وتضعهما أمامي على طاولة فولاذية وتقول: «ها هي».

يوجد داخل القوارير كل ما تبقى تقريبا من طائر البؤولي po'ouli، أو طائر العسل المتسلق ذي الوجه الأسود black-faced honeycreeper، وهو طائر مكتنز ذو وجه جميل وصدر قشدي اللون، كان يعيش في جزيرة ماوي. وقد وُصف لي طائر البؤولي ذات مرة بأنه «أجمل طائر لا يتمتع بجمال مميز في العالم»، ويُرجح أنه انقرض بعد سنة أو سنتين من اضطلاع حديقة سان دييغو للحيوانات والمؤسسة الأمريكية للأسماك والحياة البرية بمحاولة أخيرة لإنقاذه، وذلك في خريف العام 2004. في ذلك الوقت، كانت المعلومات تشير إلى أنه لا يوجد من هذا الطائر سوى ثلاثة، وكانت الفكرة تتمثل في الإمساك بها وجعلها تتزاوج. لكن لم يقع في المصيدة سوى طائر واحد. كان يعتقد أنه أنثى، ولكن تبين أنه ذكر، الأمر الذي جعل علماء مركز الأسماك والحياة البرية يعتقدون أنه لم يبقَ سوى جنس واحد من طائر البؤولي. وعندما توفي الطير الأسير، وكان ذلك في اليوم التالي لعيد الشكر، أُرسلت جثته على الفور إلى حديقة حيوان سان دييغو. أسرعت هوك إلى المعهد للتعامل معها. وتتذكر ما دار في ذهنها في ذلك الوقت «هذه هي فرصتنا الأخيرة. إنه بمنزلة طائر الدودو». نجحت هوك في زراعة بعض الخلايا من عين الطائر، ونتائج هذا الجهد الآن تشكل محتويات تلك القوارير. وهي لا تريد أن تتعرض الخلايا للتلف، لذلك بعد نحو دقيقة راحت تضع القوارير في مكانها في الصندوق، ثم تعيدها إلى الحوض.

وتسمى الغرفة الخالية من النوافذ التي يُحافَظ فيها على خلايا البؤولى حية - نوعا ما - حديقة الحيوانات المجمدة Frozen Zoo، وقد أصبح هذا الاسم علامة تجارية، وفي حال حاولت مؤسسات أخرى استخدامه، تُخطَر بأنها تنتهك القانون.

تحتوي الغرفة على نصف دستة من الأحواض المماثلة تماما للحوض الذي فتحته هوك، حيث تُخزن بداخلها، وسط سحب النيتروجين شديدة البرودة، خطوط الخلايا التي تمثل تقريبا ألف نوع (وفي الحقيقة هذا لا يشكل سوى نصف «حديقة الحيوانات»؛ أما النصف الآخر فيتكون من أحواض موجودة في منشأة مختلفة يُحاط مكانها بسرية شديدة. يُقسَّم كل خط خلايا بين المنشأتين، تحسبا لانقطاع التيار الكهربائي في إحداها). تحتفظ حديقة الحيوان المجمدة بأكبر مجموعة في العالم من الأنواع التي تعيش على الجليد، ولكن هناك عددا متزايدا من المؤسسات الأخرى التي تنشئ معارض الحيوانات المبردة؛ فحديقة حيوان سينسيناتي، على سبيل المثال، تدير ما تسميه البنك البيولوجي المبرد CryoBioBank، وتدير جامعة نوتنغهام Nottingham، في إنجلترا، سفينة نوح المجمدة Frozen Ark.

في الوقت الراهن، معظم الأنواع الموضوعة في ثلاجات التجميد العميق في سان دييغو لايزال يوجد بعض الأفراد منها على قيد الحياة. ولكن مع ازدياد عدد النباتات والحيوانات التي تواجه مصير طائر البؤولي، فمن المرجح أن يحدث تغيير. وفي الوقت الذي كانت فيه هوك مشغولة بإعادة إغلاق الحوض بإحكام، أخذت أفكر في المئات من جثث الخفافيش التي جُمعت من أرضية كهف آيولس وشُحِنت إلى المجموعة المبردة Cryo Collection في المتحف الأمريكي للتاريخ الطبيعي. وعندما حاولتُ حساب عدد القوارير والأوعية البلاستيكية الصغيرة من النيتروجين السائل المطلوبة لتخزين العينات المستنبتة من جميع الضفادع التي يهددها فطر التشيتريد، والشعاب المرجانية المهددة بالحموضة، والحيوانات الثديية الكبيرة سميكة الجلد pachyderms المهددة بالصيد غير المشروع، والعدد الهائل من الأنواع المهددة بالاحترار، والأنواع الغازية، وتشظي الغابات، فإني توقفتُ على الفور؛ فقد كانت الأرقام أكثر من أن أتمكن من الاحتفاظ بها في رأسي.

هل يجب أن ينتهي الأمر بهذه الطريقة؟ هل الأمل الأخير والأفضل لمخلوقات العالم الأكثر روعة - أو، بالأحرى، الأنواع الرائعة - يكمن حقا في برك النيتروجين السائل؟ بعد أن تنبهنا إلى الطرق التي نعرِّض بها الأنواع الأخرى للخطر، ألا يمكننا اتخاذ إجراءات لحمايتها؟ أليس الهدف من محاولة التطلع إلى المستقبل هو رؤية المخاطر المقبلة، حتى يمكننا تغيير المسار لتجنبها؟

بالتأكيد يمكن للبشر أن يكونوا مدمرين وقصيري النظر؛ كما يمكنهم أن يكونوا تقدميين في تفكيرهم وإيثاريين. مرارا وتكرارا، أظهر الناس أنهم يهتمون بما أسمته راشيل كارسون «مشكلة مشاركة الأرض مع مخلوقات أخرى»، وأنهم كذلك على استعداد لتقديم التضحيات لأجل سلامة تلك المخلوقات[2]. وقد تحدث ألفريد نيوتن عن المذبحة التي كانت تحدث على طول الساحل البريطاني؛ وكانت النتيجة سن قانون الحفاظ على الطيور البحرية. وكتب جون موير عن الضرر الذي يحدث في جبال كاليفورنيا، وهو ما أدى إلى إنشاء حديقة يوسمايت الوطنية Yosemite National park. وأظهر كتاب «الربيع الصامت» Silent Spring الأخطار التي تشكلها المبيدات الصناعية، وفي غضون عقد من الزمن، حُظِر معظم استخدامات مبيد الحشرات من نوع دي دي تي DDT (وحقيقة أنه لايزال هناك نسور صلعاء في الولايات المتحدة - بل إن أعدادها في تزايد - هي واحدة من العديد من النتائج السعيدة لهذا التطور).

بعد مرور عامين على حظر المبيد الحشري دي دي تي، أقر الكونغرس، في العام 1974، قانون الأنواع المهددة بالانقراض. ومنذ ذلك الحين، فإن المدى التي ذهب الناس إليه لحماية المخلوقات المذكورة بموجب هذا القانون يمكن وصفه تقريبا، بالمعنى الحرفي للكلمة، بأنه لا يصدق. وكمثال واحد فقط من بين العديد من الأمثلة التوضيحية الممكنة، فإنه بحلول منتصف ثمانينيات القرن الماضي، تضاءلت أعداد الكندور condors(*) في كاليفورنيا إلى 22 فردا فقط. لإنقاذ هذا النوع - أكبر الطيور البرية في أمريكا الشمالية - نشَّأ علماء الأحياء البرية أفراخ الكوندور باستخدام الدمى؛ فقد نصبوا خطوط كهرباء مزيفة لتدريب الطيور على كيفية تجنب التعرض للصدمات الكهربائية. ولتعليمها عدم تناول القمامة، وصَّلوا القمامة بتيار كهربائي يتسبب في صدمة خفيفة، وطعَّموا كل واحد من الكوندور - هناك اليوم نحو أربعمائة - ضد فيروس غرب النيل West Nile virus، حيث تجدر الملاحظة أنه لم يُطوَّر لقاح بشري لهذا المرض حتى الآن. وهم يفحصون الطيور روتينيا من التسمم بالرصاص – فطيور الكندور التي تقتات على جثث الغزلان المضروبة بالرصاص غالبا

(*) نسر أمريكي ضخم، رأسه ورقبته من دون ريش. [المترجمان].

ما تلتهم الرصاصة - وقد عالجوا كثيرا منها باستخدام العلاج بالاستخلاب chelation therapy(*)، وقد عُولِج عدد من طيور الكندور بواسطة الاستخلاب chelation أكثر من مرة. والجهد المبذول لإنقاذ الكركي الأمريكي whooping crane كان يتطلب عددا أكبر من ساعات العمل، التي وفّر معظمها عن طريق المتطوعين. كل عام، يعلم فريق من الطيارين بطائرات خفيفة جدا مجموعة جديدة من فراخ الكركي التي رُبِّيت في الأسر على كيفية الهجرة إلى الجنوب في الشتاء، من ويسكونسن إلى فلوريدا. الرحلة طولها ما يقرب من ألف وثلاثمائة ميل، ويمكن أن تستغرق ما يصل إلى ثلاثة أشهر، شاملة عشرات محطات الاستراحة التي تتم على أراض خاصة يقدمها أصحابها للطيور. وهناك ملايين الأمريكيين الذين لا يشاركون مباشرة في مثل هذه الجهود، ولكنهم يدعمونها بشكل غير مباشر، وذلك من خلال الانضمام إلى مجموعات، مثل: صندوق الحياة البرية العالمي World Wildlife Fund، واتحاد الحياة البرية الوطنية National Wildlife Federation، والمدافعين عن الحياة البرية Defenders of Wildlife، وجمعية المحافظة على الحياة البرية Wildlife Conservation Society، والمؤسسة الأفريقية للحياة البرية African Wildlife Foundation، ومنظمة الحفاظ على الطبيعة Nature Conservancy، والمنظمة الدولية للمحافظة على البيئة Conservation International.

ألن يكون من الأفضل، عمليا وأخلاقيا، التركيز على ما يمكن عمله وما يُضطلع به لإنقاذ الأنواع، بدلا من التكهن بكآبة حول مستقبل يتقلص فيه المحيط الحيوي ليصبح مجرد قوارير بلاستيكية صغيرة؟ وقد وصف لي مدير مجموعة للحماية في ألاسكا - ذات مرة - هذا الأمر على النحو التالي: «على الناس أن يكون لديهم أمل. يجب أن يكون لديّ أمل. هذا ما يجعلنا نمضي قدما».

بجوار معهد بحوث الحفاظ على البيئة هناك مبنى مشابه لونه قاتم يُستخدم مستشفى بيطريا، ومعظم الحيوانات في هذا المستشفى الذي تديره أيضا حديقة حيوان سان دييغو، تمر فيه بشكل مؤقت فقط، ولكن المبنى يحتوي على مقيم

(*) الاستخلاب هو تشكل رابطة كيميائية أو أكثر بين ربيطة عديدة الأسنان وذرة فلز مركزية مفردة، والعلاج بالاستخلاب هو استخدام عوامل استخلاب من أجل إزالة المعادن الثقيلة من الجسم. [المترجمان].

دائم أيضا: وهو غراب من جزر هاواي يدعى كينوهي Kinohi. والكينوهي واحد من نحو مائة من غربان هاواي التي تُعرف باسم ألالا ‹alala، التي تُوجَد جميعها اليوم في الأسر. وفي أثناء وجودي في سان دييغو زرت كينوهي برفقة مدير وظائف الأعضاء التناسلية في حديقة الحيوان باربارا دورانت Barbara Durrant التي كنت قد أُخبرت من قبل أنها الشخص الوحيد الذي يفهم هذا الغراب حقا. في طريقنا لرؤية هذا الطائر، توقّفت دورانت عند مخزن رديء النوعية لأخذ تشكيلة من الوجبات الخفيفة المفضلة للكينوهي، وكان من بينها سوس الدقيق mealworms، وفأر حديث الولادة من دون شعر يُعرف باسم «بنكي» pinky؛ والجزء الخلفي من فأر بالغ قُطِّع إلى نصفين، بحيث تكون لديه قدمان في أحد طرفيه، ومقدار وجبة من الأحشاء في الطرف الآخر.

لا أحد يعلم علم اليقين بالضبط لماذا انقرض طائر الألالا في البرية؛ ربما، كما هي الحال مع طائر البؤولي، هناك أسباب متعددة، بما في ذلك فقدان الموطن الطبيعي، والافتراس من قبل الأنواع الغازية، مثل النمس، والأمراض التي تنقلها الأنواع الغازية الأخرى، مثل البعوض. على أي حال، يُعْتقد أن آخر ألالا يقطن الغابات قد مات في العام 2002. وقد ولد الكينوهي في منشأة للتربية في الأسر في جزيرة ماوي، منذ أكثر من عشرين عاما. وهو، وفق جميع الروايات، طائر غريب للغاية. ولكونه تربى في عزلة، فإنه لا يندمج مع طيور الألالا الأخرى. ولا يبدو أنه يعتبر نفسه بشرا. قالت لي دورانت: «إنه في عالم خاص به وحده. وقد وقع ذات مرة في حب أحد طيور أبو ملعقة spoonbill».

أُرسِل كينوهي إلى سان دييغو في العام 2009؛ لأنه رفض التزاوج مع أي من الغربان الأسيرة الأخرى، حيث تقرر أنه لا بد من تجربة شيء جديد لإقناعه بالمساهمة في شيء لمصلحة المخزون الجيني المحدود لهذا النوع. كان يقع على عاتق دورانت أمر التوصل إلى طريقة للفوز بقلب الكينوهي، أو بالأحرى، بغدده التناسلية. جاء كينوهي بسرعة كبيرة تجاوبا مع اهتمامها - الغربان ليس لديها قضيب، لذلك كانت دورانت تدلك المنطقة المحيطة بفتحة المذرق cloaca – ولكن في أثناء زيارتي لم يتمكن من إنتاج ما وصفته بـ «المني عالي الجودة». كان يقترب موسم تكاثر آخر، لذا كانت دورانت تستعد للمحاولة مرة أخرى، بواقع ثلاث

مرات في الأسبوع لمدة تصل إلى خمسة أشهر. وفي حال نجح كينوهي في القذف لمرة واحدة، فإنها ستسرع لنقل حيواناته المنوية إلى ماوي في محاولة لتلقيح إحدى الإناث اصطناعيا في منشأة التكاثر.

وصلنا إلى قفص كينوهي الذي اتضح أنه أشبه بجناح فندقي، مع غرفة انتظار تتسع لعدة أشخاص واقفين، وغرفة خلفية مملوءة بالحبال وغيرها من وسائل التسلية الخاصة بالغربان. قفز كينوهي لتحيتنا. كان فاحم السواد من رأسه إلى مخلبه. بالنسبة إليَّ، بدا أشبه بالغراب الأمريكي العادي، لكن دورانت أشارت إلى أن منقاره وساقيه أكثر سماكة. حافظ الكينوهي على رأسه مائلا إلى الأمام، كأنه يحاول تجنب التقاء عينيه بأعيننا. وعندما شاهد دورانت، خطر في بالي سؤال بشأن ما إذا كانت توجد في ذهنه نسخة خاصة بالطيور من الأفكار الجنسية التي تخطر في أذهان البشر. قدَّمت له دورانت الوجبات الخفيفة التي أحضرتها. أصدر نعيبا صاخبا بدا مألوفا بشكل غريب. يمكن للغربان أن تحاكي الكلام البشري، وترجمت دورانت ذلك النعيب على أنه «أنا أعلم».

كرر كينوهي «أنا أعلم، أنا أعلم».



الشكل رقم (43)

توفر الحياة الجنسية التي يختلط فيها الجانب المأساوي بالهزلي عند كينوهي مزيدا من الأدلة - إذا كانت هناك حاجة إلى مزيد - بشأن مدى الجدية التي ينظر بها البشر إلى الانقراض. إن الألم الذي يسببه فقدان أحد الأنواع كبير، إلى درجة تجعلنا مستعدين لإخضاع وحيد القرن لفحص بالموجات فوق الصوتية، ومداعبة الغربان مداعبة جنسية. بالتأكيد يمكن التنبيه إلى التزام بعض الأشخاص، من أمثال تيري روث وباربارا دورانت وبعض المؤسسات مثل حديقتي الحيوان في سينسيناتي وسان دييغو، باعتبار أن هذا يمنحنا سببا للتفاؤل. ولو كان هذا الكتاب من نوع مختلف، لفعلتُ ذلك.

على الرغم من أن العديد من الفصول السابقة قد خُصِّصت لانقراض (أو المشارفة على انقراض) بعض الكائنات - كالضفدع الذهبي البنامي، والأوك العظيم، ووحيد القرن السومطري – فإن موضوعي الحقيقي كان النمط الذي تتشارك فيه هذه الكائنات. ما كنت أحاول القيام به هو تتبع حدث انقراض - سمِّه ما شئت: انقراض الهولوسين Holocene(*)، أو انقراض الأنثروبوسين Anthropocene، أو حتى الانقراض السادس Sixth Extinction - إذا كنت تفضل إيقاع هذه العبارة - ووضع هذا الحدث في السياق الأوسع لتاريخ الحياة. وهذا التاريخ لا يندرج حصرا ضمن نظرية التماثل أو نظرية الكوارث. بل هو هجين من الاثنتين. وما يكشفه هذا التاريخ، في تقلباته، هو أن الحياة مرنة للغاية، ولكن ليس إلى ما لا نهاية. كانت هناك فترات طويلة جدا لم تشهد أي أحداث تُذكر، وفي أحيان نادرة جدا حدثت «ثورات على سطح الأرض».

ووفقا لمدى قدرتنا على تحديد أسباب هذه الثورات، فإنها متنوعة للغاية: كالتجلد glaciation بالنسبة إلى انقراض نهاية العصر الأوردوفيكي، والاحتباس الحراري والتغيرات في كيمياء المحيطات في نهاية العصر البرمي، واصطدام الكويكب في الثواني الأخيرة من العصر الطباشيري. أما الانقراض الحالي فله سبب جديد خاص به، وهذا السبب لا يتمثل في كويكب أو ثوران بركاني هائل، ولكن في «نوع واحد هزيل البنية». وكما وصف والتر ألفاريز الأمر لي عندما قال: «نحن نرى الآن أن الانقراض الجماعي يمكن أن يكون سببه البشر».

(*) الحقبة الثانية والأخيرة من العصر الرباعي، حيث تمتد من 11.700 سنة إلى يومنا هذا. [المترجمان].

الميزة المشتركة بين هذه الأحداث المتباينة تتمثل في التغيير، ولكي نكون أكثر تحديدا، في معدل التغيير. عندما يتغير العالم على نحو أسرع من قدرة الأنواع على التكيف مع تلك التغييرات، فإن كثيرا من هذه الأنواع يستسلم. هذا ما يحدث، سواء كان عامل التغيير يسقط من السماء على شكل سلسلة نارية، أو يذهب إلى العمل في سيارة هوندا. والقول إنه يمكن تجنب حدوث الانقراض الحالي إذا كان الناس أكثر اهتماما، وكانوا على استعداد لتقديم مزيد من التضحيات ليس خاطئا تماما؛ بل يُعتبر إساءة فهم لجوهر المشكلة؛ إذ لا يهم كثيرا ما إذا كان الناس يهتمون أو لا يهتمون. ما يهم هو أن الناس يغيرون العالم.

وهذه القدرة (على التغيير) موجودة قبل الحداثة، مع أن الحداثة تمثل، بالطبع، التعبير الأمثل عنها. في الواقع، ربما لا يمكن تمييز هذه القدرة عن الصفات التي جعلتنا بشرا بادئ ذي بدء، كالتململ والإبداع والقدرة على التعاون لحل المشكلات، وإتمام المهام المعقدة. بمجرد أن بدأ البشر في استخدام الإشارات والرموز لتمثيل العالم الطبيعي، اندفعوا خارج حدود ذلك العالم. كتب عالم الحفريات البريطاني مايكل بينتون Michael Benton: «من نواح كثيرة اللغة البشرية تشبه الشفرة الوراثية[3]، حيث تُخزَّن المعلومات وتُنقل، مع بعض التعديلات، عبر الأجيال؛ فالتواصل يحافظ على تماسك المجتمعات، ويسمح للبشر بالهروب من التطور». ولو كان الناس ببساطة غافلين أو أنانيين أو عنيفين، لما كان هناك معهد لأبحاث الحفاظ على البيئة، ولما كانت هناك حاجة إليه. إذا كنت تريد التفكير في السبب الذي يجعل البشر يشكلون هذا الخطر الكبير على الأنواع الأخرى، يمكنك أن تتصور صيادا في أفريقيا يحمل رشاش AK-47، أو حطابا في الأمازون يمسك بفأس، أو بالأحرى، يمكنك أن تتخيل نفسك وأنت تضع كتابا على حضنك.

في وسط قاعة التنوع البيولوجي في المتحف الأمريكي للتاريخ الطبيعي، توجد قطعة معروضة مثبتة في الأرض. وهذه القطعة موضوعة حول لوحة مركزية تبين أنه كانت هناك خمسة أحداث انقراض رئيسية منذ تطور الحيوانات المعقدة، أي منذ أكثر من خمسمائة مليون سنة. ووفقا للوحة، فإن «تغير المناخ العالمي وأسبابا أخرى، ربما يكون من ضمنها حدوث اصطدامات بين الأرض وأجسام من الفضاء الخارجي»، هي التي كانت مسؤولة عن هذه الأحداث. وتضيف تلك اللوحة: «نحن

الآن في خضم الانقراض السادس، الذي يوجد له - هذه المرة - سبب واحد وهو تغيير البشرية للمشهد البيئي».

تتفرع من تلك اللوحة صفائح من الزجاج العضوي الصلب، وتحت الصفائح توجد بقايا متحجرة لحفنة تمثيلية من ضحايا هذا الانقراض. ويحمل ذلك الزجاج خدوشا ناجمة عن أحذية عشرات الآلاف من زوار المتحف الذين تجولوا خلاله، وكانوا على الأغلب غير مكترثين لما هو موجود تحت أقدامهم. لكن إذا ما انحنينا ونظرنا من كثب، يمكننا أن نرى أن كل واحدة من الحفريات تحمل اسم النوع، وأيضا حدث الانقراض الذي سبب إبادة سلالتها. وتُرتَّب تلك الحفريات زمنيا، بحيث تصبح الأقدم - وهي الغرابتوليتات graptolites التي تعود إلى العصر الأردوفيكي - قريبة من المركز، في حين أن أحدثها - وهي أسنان التيرانوصور التي تعود إلى أواخر العصر الطباشيري – هي أبعد ما يكون عن ذلك المركز. وإذا كنت تقف عند حافة تلك القطعة المعروضة، والتي هي في الواقع المكان الوحيد الذي يمكنك مشاهدتها منه، فإنك تقف تماما في المكان الذي يُفترض أن يذهب إليه ضحايا الانقراض السادس.

إزاء حدث انقراض من صنعنا، ما الذي يحدث لنا؟ ثمة احتمال واحد - إنه الاحتمال الذي تشير إليه ضمنا قاعة التنوع البيولوجي - وهو أننا أيضا، في نهاية المطاف، سوف ندمر أنفسنا بسبب ما نقوم به من «تغيير في المشهد البيئي». والمنطق الذي تستند إليه هذه الطريقة في التفكير هو على النحو التالي: بعد أن حررنا أنفسنا من قيود التطور، فإن البشر لايزالون معتمدين على النظم البيولوجية والجيوكيميائية للأرض. ومن خلال تعطيل هذه النظم - عبر اجتثاث الغابات الاستوائية المطيرة، وتغيير تكوين الغلاف الجوي، وتحميض المحيطات - فإننا نعرِّض بقاءنا للخطر. من بين العديد من الدروس التي تنبثق من السجل الجيولوجي، ربما يكون الدرس الأكثر إثارة للقلق هو أنه في الحياة، كما في صناديق الاستثمار المشتركة، فإن الأداء السابق لا يضمن النتائج المستقبلية. عندما يحدث الانقراض الجماعي، فإنه يذهب بالضعفاء ويُخضِع الأقوياء أيضا. كانت الغرابتوليتات graptolites التي على شكل V في كل مكان، ثم اختفت من كل الأمكنة. وسبحت الأمونيتات Ammonites لمئات الملايين من السنين، وبعد ذلك اختفت. وحذر

عالم الأنثروبولوجيا ريتشارد ليكي Richard Leakey من أن «الإنسان العاقل قد لا يكون فقط العامل المسبب للانقراض السادس، ولكنه يعرض نفسه أيضا لخطر أن يكون إحدى ضحاياه»[4]. وثمة لافتة في قاعة التنوع البيولوجي تعرض اقتباسا لعالم البيئة في جامعة ستانفورد بول إيرليك، يقول فيه: «في دفعهم الأنواع الأخرى نحو الانقراض، يبين البشر أنهم مشغولون في قطع فرع الشجرة الذي يجثمون عليه». والاحتمال الآخر الذي يعتبره البعض أكثر تفاؤلا هو أن الإبداع البشري سيتفوق على أي كارثة يسببها الإبداع البشري. هناك علماء جادون يقولون، على سبيل المثال، إنه إذا أصبح الاحتباس الحراري يشكل تهديدا خطيرا جدا، فإنه يمكننا التصدي له من خلال إعادة هندسة الغلاف الجوي. تنطوي بعض المخططات على نثر الكبريتات في الستراتوسفير لتعكس ضوء الشمس إلى الفضاء؛ وتنطوي المخططات الأخرى على إطلاق قطرات الماء فوق المحيط الهادئ لجعل الغيوم أكثر سطوعا. وفي حال لم ينجح أي من هذا وذاك، وكانت الأمور تتجه نحو الأسوأ، فهناك من يؤكد أن الناس سيظلون بخير على الرغم من ذلك؛ فنحن ببساطة سننزح إلى الكواكب الأخرى. وهناك كتاب حديث ينصح ببناء المدن «على سطح المريخ، وتيتان، ويوروبا، والقمر، والكويكبات، وأي جزء غير مأهول من المادة يمكننا العثور عليه».

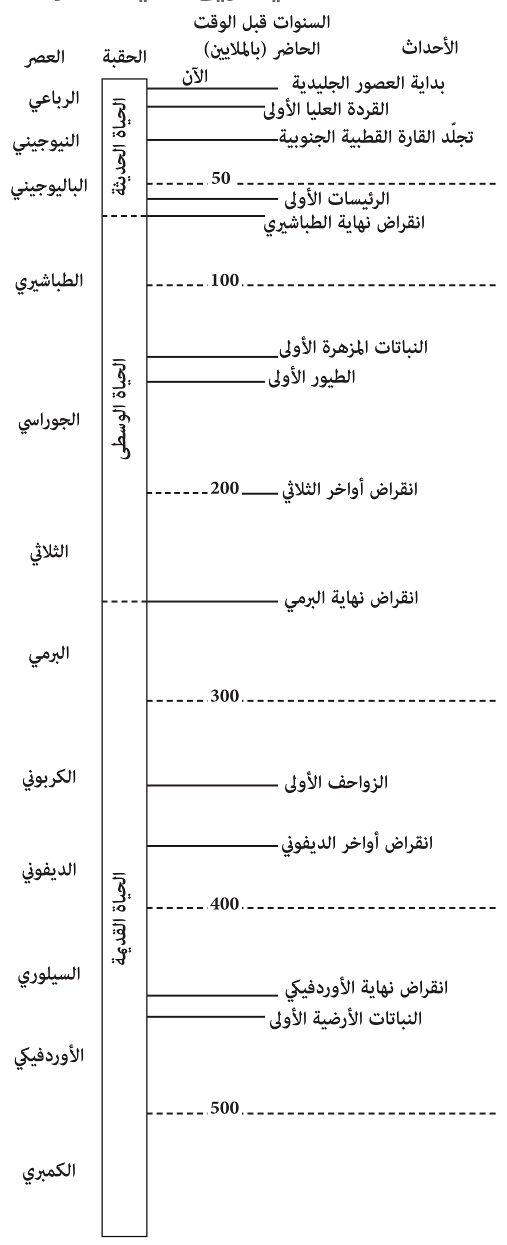
ويقول مؤلف الكتاب: «لا تقلق، فإننا مادمنا مستمرين في الاستكشاف، فإن البشرية سوف تنجو»[5].

من الواضح أن مصير نوعنا يهمنا على نحو غير متكافئ. ولكن حتى لو كان ما سأقوله سيجعلني أبدو معادية للبشر - لا سيما أن بعضا من أفضل أصدقائي هم من البشر! - فإنني أقول إن هذا الأمر لا يشكل، في النهاية، أكثر شيء يستحق الاهتمام. والآن، في هذه اللحظة المدهشة التي تشكل بالنسبة إلينا الوقت الحاضر، نحن نقرر، وإلى حد بعيد من دون أن نقصد، أي المسارات التطورية سيبقى مفتوحا وأيها سيُغلَق إلى الأبد. لم يسبق لأي مخلوق آخر أن تمكن من ضبط هذا الأمر، وهو ما سيكون، لسوء الحظ، التركة الأكثر ديمومة التي يمكن أن نخلفها وراءنا. سوف يستمر الانقراض السادس في تحديد مسار الحياة فترة طويلة بعد أن يكون كل شيء كتبه الناس ورسموه وبنوه قد تحول إلى غبار، وتكون الجرذان العملاقة قد ورثت - أو لم ترث - الأرض.

P. 300

White

بعض الأحداث المهمة في تاريخ الحياة (آخر نصف مليار سنة)



توثيق مصادر الأشكال


Withe

رقم الشكل	المصدر
1	© Vance Vredenburg
2	© Michael & Patricia Fogden/Minden Pictures
3	Adapted from David M. Raup and J. John Sepkoski Jr ./Science 215 119821. 1502
4	Paul D. Stewart/Science Source
5	Reproduction by permission of the Rare Book Room. Buffalo and Erie County Public Library, Buffalo. New York
6	The Granger Collection. New York
7	© The British Library Board. 39.L15 pl.I
8	Hulton Archive/Gettv Images
9	© Natural History Museum. London/Marv Evans Picture Library
10	Matthew Kleiner
11	Natural History Museum/Science Source
12	Elizabeth Kolbert
13	© ER Degginger/Science Source
14	Adapted from John Phillips's Life on Earth
15	Detlev van Ravenswaav/Science Source
16	NASA/GSFC/DLR/ASU/Science Source
17	Used with permission from the Paleontological Society
18	John Scott/E+/Gettv Images
19	British and Irish Graptolite Group
20	EMR Wood/Palaeontolographical Society

رقم الشكل	المصدر
21	John Kleiner
22	Steve Gschmeissner/Science Source
23	© Gary Bell/OceanwideImages.com
24	Nancy Sefton/Science Source
25	David Doubilet/National Geographic/Gettv Images
26	© Miles R. Silman
27	© William Farfan Rios
28	© Miles Silman
30	The Biological Dynamics of Forest Fragments Project
31	© Konrad Wothe/Minden Pictures
32	© Philip C. Stouffer
33	U.S. Fish and Wildlife Service/Science Source
34	John Kleiner
35	Vermont Fish and Wildlife Department/Joel Flewelling
36	Tom Uhlman. Cincinnati Zoo
37	© Natural History Museum. Fondon/Marv Evans Picture Fibrarv
38	AFP/Gettv Images/Newscom

رقم الشكل	المصدر
39	Neanderthal Museum
40	© Paul D. Stewart/NPF/Minden Pictures
41	Neanderthal Museum
42	Thanks to Ed Green
43	San Diego Zoo

Photo research by Laura Wyss and Wyssphoto, Inc.

Images on pages 31, 95, 107, 190, 301 rendered by Mapping Specialists

شكر وتقدير

يحتاج صحافي يؤلِّف كتابا عن الانقراض الجماعي إلى كثير من المساعدة. وكثير جدا من أهل الكرم والمعرفة الصبورين منحوني وقتهم وخبراتهم في هذا المشروع.

للمساعدة في فهم ما أصبح يُعرف باسم أزمة البرمائيات، أنا مدينة لإدغاردو غريفيث Edgardo Griffith، وهايدي روس Heidi Ross، وبول كرامب Paul Crump، وفانس فريدنبرغ Vance Vredenburg، وديفيد ويك David Wake، وكارين ليبس Karen Lips، وجو مندلسون Joe Mendelson، وإريكا بري روزينبلوم Erica Bree Rosenblum، وألان باسير Allan Pessier.

وبالنسبة إلى الجولة التي قمت بها خلف الكواليس في متحف التاريخ الطبيعي في باريس، أود أن أشكر باسكال تاسي Pascal Tassy. وبالنسبة إلى من عرَّفني على الأوك العظيم وأوكاره السابقة، أود أن أشكر غودمندر غودمندسون Gudmundur Gudmundsson، ورينير سفاينسون Reynir Sveinsson، وهالدور آرمنسون Halldor Armannsson بالإضافة إلى ماغنس بيرنهاردسون Magnus Bernhardsson، الذي جعل الرحلة إلى إيلدي ممكنة. وعرَّفني نيل لاندمان Neil Landman بسخاء على العصر الطباشيري في ولاية نيوجيرسي ومجموعته الاستثنائية من الأمونيتات ammonites. شكرا لليندي إلكينس - تانتونLindy Elkins-Tanton، وآندي نول Andy Knoll لمشاركتي خبراتهما في انقراض نهاية البرمي، ونيك لونغريتش Nick Longrich، وستيف دوندت D'Hondt Steve لمشاركتهما لي نهاية العصر الطباشيري.

وأنا مدينة بشكل خاص ليان زالاسيفيتش Zalasiewicz Jan، الذي، بالإضافة إلى اصطحابي إلى صيد الغرابتولايت graptolite في أسكتلندا، أجاب عن أسئلة لا تعد ولا تحصى على مدى السنوات القليلة الماضية. أنا ممتنة أيضا لدان كوندون Dan Condon، وإيان ميلار Ian Millar لاصطحابي في رحلة لا تُنسى (على الرغم من هطول الأمطار خلالها)، وبول كروتزن Paul Crutzen الذي شرح لي فكرته عن الأنثروبوسين Anthropocene.

حموضة المحيطات موضوع شاق. لم أكن لأتمكن قط من الكتابة عنها من دون مساعدة كريس لانغدون Chris Langdon، وريتشارد فيلي Richard Feely، وكريس سابين Chris Sabine، وجواني كيليباس Joanie Kleypas، وفيكتوريا فابري Victoria Fabry، وأولف ريبسل Ulf Riebesell، ولي كومب Lee Kump، ومارك باجاني Mark Pagani، أنا ممتنة بشكل خاص لجايسون هول سبنسر Jason Spencer Hall الذي أخذني إلى كاستيلو أراجونيزي Castello Aragonese للسباحة في البرد القارس، وبعد ذلك أجاب بصبر عن أسئلتي العديدة. والشكر الجزيل موصول أيضا لماريا كريستينا بويا Maria Cristina Buia لترتيب الرحلة.

لقد لجأت إلى كين كالديرا Ken Caldeira مرارا وتكرارا للمساعدة في فهم الموضوعات في علم المناخ والكيمياء البحرية. أنا مدينة بعمق له ولزوجته ليليان،

وللفريق بأكمله الذي التقيته في جزيرة الشجرة الواحدة: جاك سيلفيرمان One Tree: Jack Silverman، وكيني شنايدر Kenny Schneider، وتانيا ريفلين Tanya Rivlin، وجين رايفل Reiffel Jen، والفذ رسل غراهام Russell Graham. وأشكر أيضا ديفي كلاين Davey Kline، وبراد أورديكي Brad Opdyke، وسيلينا وارد Ward Selina، وأوي هوغ - جولدبرغ Ove Hoegh-Guldberg.

كان مايلز سيلمان Miles Silman بمنزلة مرشد غير عادي لجزء غير عادي من العالم. أنا لا أستطيع أن أشكره بما فيه الكفاية لمشاركتي الكثير من وقته ومعرفته. أود أيضا أن أعرب عن امتناني لطلابه لدرجة الدكتوراه: وليام فارفان ريوس William Farfan Rios، وكارينا جارسيا كابريرا Karina Garcia Cabrera. كثير الشكر، أيضا، لكريس توماس Chris Thomas.

ربما ما كنتُ لأحاول تأليف هذا الكتاب من دون مساعدة توم لافجوي Tom Lovejoy. كان كرمه وصبره، بقدر ما أستطيع أن أقول، لا حدود لهما، وأنا ممتنة جدا له لمساعدته وتشجيعه. كان ماريو كون هافت Mario Cohn-Haft خبيرا ومرشدا ذا حس دعابة رائع إلى غابات الأمازون المطيرة. وأود أيضا أن أشكر ريتا مسكيتا Rita Mesquita، وخوسيه لويس كامارغو Jose Luis Camargo، وغوستافو فونسيكا Gustavo Fonseca، وفيرجيليو فيانا Virgilio Viana.

كان سكوت دارلينغ Scott Darling وآل هيكس A1 Hicks من أوائل الأشخاص الذين أدركوا خطورة متلازمة الأنف الأبيض. لقد أطلعاني على المعلومات التي كانت تتوافر لديهما حول هذا الموضوع أولا فأولا، وساعداني بشكل كبير. كان ريان سميث Ryan Smith، وسوسي فون أوتينغن Susi von Oettingen، وأليسا بينيت Alyssa Bennett طيبين بما يكفي ليعيداني ثانية إلى آيولس Aeolus. أما جو رومان Joe Roman فقد قرأ بسخاء الجزء من الكتاب المتعلق بالأنواع الغازية وعلّق عليه.

وساعدني تيري روث Terri Roth وكريس جونسون Chris Johnson على فهم الحيوانات الضخمة، في الماضي والحاضر. وشكر خاص لجون ألروي John Alroy لحساباته حول معدلات الانقراض، وشكرا أيضا لأنتوني بارنوسكي Anthony Barnosky.

قضى سفانتي بابو Svante Paabo عدة ساعات يشرح لي تعقيدات علم الوراثة الأحفوري paleogenetics عموما ومشروع جينوم النياندرتال على وجه الخصوص. أريد أن أشكره وكذلك أشكر شانون ماكفيرون Shannon McPherron، الذي اصطحبني بكرم حول لا فراسي La Ferrassie، وإد جرين Ed Green الذي كان دائما على استعداد للإجابة عن أي سؤال.

كانت مارليس هوك Marlys Houck، وأوليفر رايدر Oliver Ryder، وباربارا دورانت Barbara Durrant، وجيني ميهلو Jenny Mehlow كرماء للغاية معي عندما زرت سان دييغو.

أود أن أشكر أمناء المكتبات المرجعية في كلية ويليامز، الذين تابعوا الكتب والمقالات التي لم تكن متابعتها بالأمر السهل، كما أشكر جاي باساشوف Jay Pasachoff، الذي تفضل بإعطائي ملفاته عن انقراض نهاية العصر الطباشيري.

في العام 2010 كنت محظوظة بما يكفي لحصولي على زمالة من مؤسسة جون سيمون غوغنهايم التذكارية، والتي سمحت لي بالسفر إلى أماكن كنت أفضلها لكن لم أكن قادرة على الذهاب إليها. وجاء الدعم غير المباشر لهذا المشروع من مكتبة لانان Lannan Literary ومن زمالة مؤسسة عائلة هاينز.

ظهرت أجزاء من عدة فصول من هذا الكتاب أول مرة في مجلة «نيويوركر» New Yorker. أنا أدين بشدة لدافيد ريمنيك David Remnick ودوروثي ويكيندن WickendenDorothy للحصول على مشورتهما ودعمهما وصبرهما، وأود أن أشكر جون بينيت على نصائحه الحكيمة دائما. ظهرت أجزاء من الفصول الأخرى في ناشيونال جيوغرافيك National Geographic وعلى موقع e360. وأود أن أشكر روب كونزيغ Rob Kunzig، وجيمي شريف Shreeve Jamie، وروغر كون Roger Cohn لمساعدتهم وأفكارهم. أيضا شكرا جزيلا لستيفن باركلي Steven Barclay وإليزا فيشر Eliza Fischer لدعمهما الثابت.

شكرا لكل من لورا ويس Laura Wyss، وميرل ليفافي Meryl Levavi، وكارولين زانكان Caroline Zancan، وفيكي هاير Vicki Haire لتحويلهما المخطوطة صعبة المراس إلى كتاب.

جيليان بليك Gillian Blake هي أفضل محرر يمكن للمرء أن يأمل التعامل معه في مشروع كهذا: فهي ذكية، ومستقصية، وهادئة الأعصاب. كلما بدا أن الأمور كانت تنحرف عن مسارها، كانت تعيدها إلى جادة الصواب. كانت كاثي روبينز Kathy Robbins، كما هي الحال دائما، لا مثيل لها. فقد جادت عليّ برأيها ورؤيتها اللذين لا يقدران بثمن، وكانت لا تكل ولا تمل من التشجيع والتحفيز.

ساعد العديد من الأصدقاء وأفراد العائلة في هذا المسعى الذي استمر عدة سنوات، وبعضهم ربما دون حتى أن يدرك ذلك. شكرا لجيم Jim، وكارين شيبرد Karen Shepard، وأندريا باريت Andrea Barrett، وسوزان غرينفيلد Greenfield Susan، وتود بوردوم Todd Purdum، ونانسي بيك Nancy Pick، ولورنس دوغلاس Lawrence Douglas، وستيوارت أدلسون Stewart Adelson، ومارلين Marlene، وجيرالد Gerald، ودان كولبير Dan Kolbert. شكر خاص لباري غولدشتاين Barry Goldstein. شكرا، أيضا، لنيد كلاينر Kleiner Ned، الذي ساعد في جمع الأجزاء الأخيرة من هذا الكتاب، ولهارون Aaron وماثيو كلاينر Matthew Kleiner، اللذين لم يجعلا أمهما تشعر قط بالذنب بسبب عدم حضورها مبارياتهما في كرة القدم.

أخيرا، أود أن أشكر زوجي، جون كلاينر John Kleiner، الذي للمرة الثانية قدم لي مساعدة أكبر بكثير مما كان مطلوبا منه. لقد كتبت هذا الكتاب معه ومن أجله.

الهوامش


Withe

الفصل الأول

(1) Ruth A. Musgrave, “Incredible Frog Hotel,” National Geographic Kids, Sept. 2008, 16- 19.

(2) D. B. Wake and V. T. Vredenburg, “Colloquium Paper: Are We in the Midst of the Sixth Mass Extinction? A View from the World of Amphibians,” Proceedings of the National Academy of Sciences 105 (2008): 11466-73.

(3) Martha L. Crump, In Search of the Golden Frog (Chicago: University of Chicago Press, 2000), 165.

(4) I am indebted to John Alroy for walking me through the complexities of calculating background extinction rates. See also Alroy’s “Speciation and Extinction in the Fossil Record of North American Mammals,” in Speciation and Patterns of Diversity, edited by Roger Butlin, Jon Bridle, and Dolph Schluter (Cambridge: Cambridge University Press, 2009), 310-23.

(5) A. Hallam and and P. B. Wignall, Mass Extinctions and Their Aftermath (Oxford: Oxford University Press, 1997), 1.

(6) David Jablonski, “Extinctions in the Fossil Record,” in Extinction Rates, edited by John H. Lawton and Robert M. May (Oxford: Oxford University Press, 1995), 26.

(7) Michael Benton, When Life Nearly Died: The Greatest Mass Extinction of All Time (New York: Thames and Hudson, 2003), 10.

(8) David M. Raup, Extinction: Bad Genes or Bad Luck? (New York: Norton, 1991), 84.

(9) John Alroy, personal communication, June 9, 2013.

(10) Joseph R. Mendelson, “Shifted Baselines, Forensic Taxonomy, and Rabbs’ Fringe-limbed Treefrog: The Changing Role of Biologists in an Era of Amphibian Declines and Extinctions,” Herpetological Review 42 (2011): 21-25.

(11) Malcolm L. McCallum, “Amphibian Decline or Extinction? Current Declines Dwarf Background Extinction Rates,” Journal of Herpetology 41 (2007): 483-91.

(12) Michael Hoffmann et al., “The Impact of Conservation on the Status of the World’s Vertebrates,” Science 330 (2010): 1503-9. See also Spineless — Status and Trends of the World’s Invertebrates, a report from the Zoological Society of London, published Aug. 31, 2012.

الفصل الثاني

(1) Paul Semonin, American Monster: How the Nation’s First Prehistoric Creature Became a Symbol of National Identity (New York: New York University Press, 2000), 15.

(2) Frank H. Severance, An Old frontier of France: The Niagara Region and Adjacent Lakes under French Control (New York: Dodd, 1917), 320.
(3) Quoted in Claudine Cohen, The Fate of the Mammoth: Fossils, Myth, and History (Chicago: University of Chicago Press, 2002), 90.
(4) Quoted in Semonin, American Monster, 147-48.
(5) Cohen, The Fate of the Mammoth, 98.
(6) Quoted in Dorinda Outram, Georges Cuvier: Vocation, Science and Authority in Post-Revolutionary France (Manchester, England: Manchester University Press, 1984), 13.
(7) Quoted in Martin J. S. Rudwick, Bursting the Limits of Time: The Reconstruction of Geohistory in the Age of Revolution (Chicago: University of Chicago Press, 2005), 355.
(8) Rudwick, Bursting the Limits of Time, 361.
(9) Georges Cuvier and Martin J. S. Rudwick, Georges Cuvier, Fossil Bones, and Geological Catastrophes: New Translations and Interpretations of the Primary Texts (Chicago, University of Chicago Press, 1997), 19.
(10) Quoted in Stephen Jay Gould, The Panda's Thumb: More Reflections in Natural History (New York: Norton, 1980), 146.
(11) Cuvier and Rudwick, Fossil Bones, 49.
(12) Ibid., 56.
(13) Rudwick, Bursting the Limits of Time, 501.
(14) Charles Coleman Sellers, Mr. Peale's Museum: Charles Willson Peale and the First Popular Museum of Natural Science and Art (New York: Norton, 1980), 142.
(15) Charles Willson Peale, The Selected Papers of Charles Willson Peale and His Family, edited by Lillian B. Miller, Sidney Hart, and David C. Ward, vol. 2, pt. 1 (New Haven, Conn.: Yale University Press, 1988), 408.
(16) Ibid., vol. 2, pt. 2, 1189.
(17) Ibid., vol. 2, pt. 2, 1201.
(18) Quoted in Toby A. Appel, The Cuvier-Geoffroy Debate: French Biology in the Decades before Darwin (New York: Oxford University Press, 1987), 190.
(19) Quoted in Martin J. S. Rudwick, Worlds before Adam: The Reconstruction of Geohistory in the Age of Reform (Chicago: University of Chicago Press, 2008), 32.
(20) Cuvier and Rudwick, Fossil Bones, 217.
(21) Quoted in Richard Wellington Burkhardt, The Spirit of System: Lamarck and Evolutionary Biology (Cambridge, MA: Harvard University Press, 1977), 199.
(22) Cuvier and Rudwick, Fossil Bones, 229.

(23) Rudwick, Bursting the Limits of Time, 398.

(24) Cuvier and Rudwick, Fossil Bones, 228.

(25) Georges Cuvier, "Elegy of Lamarck," Edinburgh New Philosophical Journal 20 (1836): 1 - 22.

(26) Cuvier and Rudwick, Fossil Bones, 190.

(27) Ibid., 261.

الفصل الثالث

(1) Rudwick, Worlds before Adam, 358.

(2) Leonard G. Wilson, "Lyell: The Man and His Times," in Lyell: The Past Is the Key to the Present, edited by Derek J. Blundell and Andrew C. Scott (Bath, England: Geological Society, 1998), 21.

(3) Charles Lyell, Life, Letters and Journals of Sir Charles Lyell, edited by Mrs. Lyell, vol. 1 (London: John Murray, 1881), 249.

(4) Charles Lyell. Principles of Geology, vol. 1 (Chicago: University of Chicago Press, 1990), 123.

(5) Ibid., vol. 1, 153.

(6) Leonard G. Wilson, Charles Lyell, the Years to 1841: The Revolution in Geology (New Haven, Conn.: Yale University Press, 1972), 344.

(7) A. Hallam, Great Geological Controversies (Oxford: Oxford University Press, 1983), ix.

(8) Lor a discussion of the meaning of the cartoon, see Martin J. S. Rudwick, Lyell and Darwin, Geologists: Studies in the Earth Sciences in the Age of Reform (Aldershot, England: Ashgate, 2005), 537-40.

(9) Lrank J. Sulloway, "Darwin and His Linches: The Evolution of a Legend," Journal of the History of Biology 15 (1982): 1-53.

(10) Lyell, Principles of Geology, vol. 1, 476.

(11) Sandra Herbert, Charles Darwin, Geologist (Ithaca, N.Y.: Cornell University Press, 2005), 63.

(12) Claudio Soto-Azat et al., "The Population Decline and Extinction of Darwin's Progs," PLOS ONE 8 (2013).

(13) David Dobbs, Reef Madness: Charles Darwin, Alexander Agassiz, and the Meaning of Coral (New York: Pantheon, 2005), 152.

(14) Rudwick, Worlds before Adam, 491.

(15) Janet Browne, Charles Darwin: Voyaging (New York: Knopf, 1995), 186.

(16) Charles Lyell, Principles of Geology, vol. 2 (Chicago: University of Chicago Press, 1990), 124.

(17) Ernst Mayr, The Growth of Biological Thought: Diversity, Evolution, and Inheritance (Cambridge, Mass.: Belknap Press of Harvard University Press, 1982), 407.

(18) Charles Darwin, On the Origin of Species: A Facsimile of the First Edition (Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1964), 84.

(19) Ibid., 320.

(20) Ibid., 320.

(21) Ibid., 318.

(22) Errol Puller, The Great Auk (New York: Abrams, 1999), 197.

(23) Truls Mourn et al., "Mitochondrial DNA Sequence Evolution and Phylogeny of the Atlantic Alcidae, Including the Extinct Great Auk (Pinguinus impennis)," Molecular Biology and Evolution 19 (2002): 1434-39.

(24) Jeremy Gaskell, Who Killed the Great Auk? (Oxford: Oxford University Press, 2000), p. 8.

(25) Ibid., 9.

(26) Quoted in Fuller, The Great Auk, 64.

(27) Quoted in Gaskell, Who Killed the Great Auk?, 87.

(28) Fuller, The Great Auk, 64.

(29) Quoted in ibid., 65-66.

(30) Tim Birkhead, "How Collectors Killed the Great Auk," New Scientist 142 (1994): 26.

(31) Quoted in Gaskell, Who Killed the Great Auk?, 109.

(32) Quoted in ibid., 37. Gaskell also points out the contradiction in Audubon's description.

(33) Fuller, The Great Auk, 228-29.

(34) Alfred Newton, "Abstract of Mr. J. Wolley's Researches in Iceland Respecting the Gare- Fowl or Great Auk," Ibis 3 (1861): 394.

(35) Alexander F. R. Wollaston, Life of Alfred Newton (New York: E. P. Dutton, 1921), 52.

(36) Quoted in ibid., 112.

(37) Quoted in ibid., 121.

(38) Many, but not all, of Darwin's letters are available to the public online; Elizabeth Smith of the Darwin Correspondence Project kindly performed a search of the entire database.

(39) Thalia K. Grant and Gregory B. Estes, Darwin in Galapagos: Footsteps to a New World (Princeton, N.J.: Princeton University Press, 2009), 123.

(40) Ibid., 122.

(41) David Quammen, The Reluctant Mr. Darwin: An Intimate Portrait of Charles Darwin and the Making of His Theory of Evolution (New York: Atlas Books/Norton, 2006), 209.

الفصل الرابع

(1) Walter Alvarez, "Earth History in the Broadest Possible Context," Ninety-Seventh Annual Faculty Research Lecture, University of California, Berkeley, International House, delivered Apr. 29, 2010.

(2) Walter Alvarez, T. rex and the Crater of Doom (Princeton, N.J.: Princeton University Press, 1997), 139.

(3) Ibid., 69.

(4) Richard Muller, Nemesis (New York: Weidenfeld and Nicolson, 1988), 51.

(5) Quoted in Charles Officer and Jake Page, "The K-T Extinction," in Language of the Earth: A Literary Anthology, 2nd ed., edited by Frank H. T. Rhodes, Richard O. Stone, and Bruce D. Malamud (Chichester, England: Wiley, 2009), 183.

(6) Quoted in Malcolm W. Browne, "Dinosaur Experts Resist Meteor Extinction Idea," New York Times, Oct. 29, 1985.

(7) New York Times Editorial Board, "Miscasting the Dinosaur's Horoscope," New York Times, Apr. 2, 1985.

(8) Lyell, Principles of Geology, vol. 3 (Chicago: University of Chicago Press, 1991), 328.

(9) David M. Raup, The Nemesis Affair: A Story of the Death of Dinosaurs and the Ways of Science (New York: Norton, 1986), 58.

(10) Darwin, On the Origin of Species, 310-11.

(11) Ibid., 73.

(12) George Gaylord Simpson, Why and How: Some Problems and Methods in Historical Biology (Oxford: Pergamon Press, 1980), 35.

(13) Codswallop Quoted in Browne, "Dinosaur Experts Resist Meteor Extinction Idea."

(14) B. F. Bohor et al., "Mineralogic Evidence for an Impact Event at the Cretaceous- Tertiary Boundary," Science 224 (1984): 867-69.

(15) Neil Landman et al., "Mode of Life and Habitat of Scaphitid Ammonites," Geobios 54 (2012): 87-98.

(16) Personal communication, Steve D'Hondt, Jan. 5, 2012.

(17) Nicholas R. Longrich, T. Tokaryk, and D. J. Field, "Mass Extinction of Birds at the Cretaceous-Paleogene (K-Pg) Boundary," Proceedings of the National Academy of Sciences 108 (2011): 15253-257.

(18) Nicholas R. Longrich, Bhart-Anjan S. Bhullar, and Jacques A. Gauthier, "Mass Extinction of Lizards and Snakes at the Cretaceous-Paleogene Boundary," Proceedings of the National Academy of Sciences 109 (2012): 21396-401.

(19) Kenneth Rose, The Beginning of the Age of Mammals (Baltimore: Johns Hopkins University Press, 2006), 2.

(20) Paul D. Taylor, Extinctions in the History of Life (Cambridge: Cambridge University Press, 2004), 2.

الفصل الخامس

(1) Jerome S. Bruner and Leo Postman, "On the Perception of Incongruity: A Paradigm," Journal of Personality J 8 (1949): 206-23. I am indebted to James Gleick for drawing my attention to this experiment: see Chaos: Making a New Science (New York: Viking, 1987), 35.

(2) Thomas S. Kuhn, The Structure of Scientific Revolutions, 2nd ed. (Chicago: University of Chicago Press, 1970), 64.

(3) Quoted in Patrick John Boylan, "William Buckland, 1784-1859: Scientific Institutions, Vertebrate Paleontology and Quaternary Geology" (Ph.D. dissertation, University of Leicester, England, 1984), 468.

(4) William Glen, Mass Extinction Debates: How Science Works in a Crisis (Stanford, Calif.: Stanford University Press, 1994), 2.

(5) Hallam and Wignall, Mass Exinctions and Their Aftermath, 4.

(6) Richard A. Fortey, Life: A Natural History of the First Four Billion Years of Life on Earth (New York: Vintage, 1999), 135.

(7) David M. Raup and J. John Sepkoski Jr.,"Periodicity of Extinctions in the Geologic Past," Proceedings of the National Academy of Sciences 81 (1984): 801-5.

(8) Raup, The Nemesis Affair, 19.

(9) New York Times Editorial Board, "Nemesis of Nemesis," New York Times, July 7, 1985.

(10) Luis W. Alvarez, "Experimental Evidence That an Asteroid Impact Led to the Extinction of Many Species 65 Million Years Ago," Proceedings of the National Academy of Sciences 80 (1983): 633.

(11) Timothy M. Lenton et al., "First Plants Cooled the Ordovician," Nature Geoscience 5 (2012): 86-89.

(12) Timothy Kearsey et al., "Isotope Excursions and Palaeotemperature Estimates from the Permian/Triassic Boundary in the Southern Alps (Italy)," Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 279 (2009): 29-40.

(13) Shu-zhong Shen et al., "Calibrating the End-Permian Mass Extinction," Science 334 (2011): 1367-72.

(14) Lee R. Kump, Alexander Pavlov, and Michael A. Arthur, "Massive Release of Hydrogen Sulfide to the Surface Ocean and Atmosphere during Intervals of Oceanic Anoxia," Geology 33 (2005): 397-400.

(15) Carl Zimmer, introduction to paperback edition of T. Rex and the Crater of Doom (Princeton, N.J.: Princeton University Press, 2008),xv.

(16) Jan Zalasiewicz, The Earth After Us: What Legacy Will Humans Leave in

the Rocks? (Oxford: Oxford University Press, 2008),89.

(17) Ibid., 240.

(18) Quoted in William Stolzenburg, Rat Island: Predators in Paradise and the World's Greatest Wildlife Rescue (New York: Bloomsbury, 2011), 21.

(19) Terry L. Hunt, "Rethinking Easter Island's Ecological Catastrophe," Journal of Archaeological Science 34 (2007): 485-502.

(20) Zalasiewicz, The Earth After Us, 9.

(21) Paul J. Crutzen, "Geology of Mankind," Nature 415 (2002): 23.

(22) Jan Zalasiewicz et al., "Are We Now Living in the Anthropocene?" GSA Today 18 (2008): 6.

الفصل السادس

(1) Jason M. Hall-Spencer et al., "Volcanic Carbon Dioxide Vents Show Ecosystem Effects of Ocean Acidification," Nature 454 (2008): 96-99. Details from supplementary tables,

(2) Ulf Reibesell, personal communication, Aug. 6, 2012.

(3) Wolfgang Kiessling and Carl Simpson, "On the Potential for Ocean Acidification to Be a General Cause of Ancient Reef Crises," Global Change Biology 17 (2011): 56-67.

(4) Andrew H. Knoll, "Biomineralization and Evolutionary History," Reviews in Mineralogy and Geochemistry 54 (2003): 329-56.

(5) Hall-Spencer et al., "Volcanic Carbon Dioxide Vents Show Ecosystem Effects of Ocean Acidification," Nature 454 (2008): 96-99.

(6) For up-to-date figures on atmospheric emissions and ocean uptake of carbon dioxide, thanks to Chris Sabine of NOAA's PMEL Carbon Program.

(7) Rachel Carson, Silent Spring, 40th anniversary ed. (Boston: Houghton Mifflin, 2002), 6.

(8) Jennifer Chu, "Timeline of a Mass Extinction," MIT News Office, published online Nov. 18, 2011.

(9) Lee Kump, Timothy Bralower, and Andy Ridgwell, "Ocean Acidification in Deep Time," Oceanography 22 (2009): 105.

الفصل السابع

(1) Quoted in James Bowen and Margarita Bowen, The Great Barrier Reef: History, Science, Heritage (Cambridge: Cambridge University Press, 2002), 11.

(2) Quoted in ibid., 2.

(3) Dobbs, Reef Madness, 147-48. Lyell mistakenly attributed the idea to Adelbert von Chamisso, a naturalist who accompanied Otto von Kotzebue.

(4) Ibid., 256.

(5) Charles Sheppard, Simon K. Davy, and Graham M. Pilling, The Biology of Coral Reefs (Oxford: Oxford University Press, 2009), 278.

(6) Ove Hoegh-Guldberg et ah, “Coral Reefs under Rapid Climate Change and Ocean Acidification,” Science 318 (2007): 1737-42.

(7) Ken Caldeira and Michael E. Wickett, “Anthropogenic Carbon and Ocean pH,” Nature 425 (2003): 365.

(8) Katherina E. Fabricius et al., “Losers and Winners in Coral Reefs Acclimatized to Elevated Carbon Dioxide Concentrations,” Nature Climate Change 1 (2011): 165-69.

(9) J. E. N. Veron, “Is the End in Sight for the World’s Coral Reefs?” e360, published online Dec. 6, 2010.

(10) Glenn De’ath et al., “The 27-Year Decline of Coral Cover on the Great Barrier Reef and Its Causes,” Proceedings of the National Academy of Sciences 109 (2012): 17995-99.

(11) Jacob Silverman et al., “Coral Reefs May Start Dissolving when Atmospheric CCQ Doubles,” Geophysical Research Letters 35 (2009).

(12) Laetitia Plaisance et al., “The Diversity of Coral Reefs: What Are We Missing?” PLOS ONE 6 (2011).

(13) Kent E. Carpenter et al., “One-Third of Reef-Building Corals Face Elevated Extinction Risk from Climate Change and Local Impacts,” Science 321 (2008): 560-63.

(14) By June Chilvers, reprinted in Harold Heatwole, Terence Done, and Elizabeth Cameron, Community Ecology of a Coral Cay: A Study of One-Tree Island, Great Barrier Reef, Australia (The Hague: W. Junk, 1981),v.

الفصل الثامن

(1) Barry Lopez, Arctic Dreams (1986; reprint, New York: Vintage, 2001), 29.

(2) Gordon P. DeWolf, Native and Naturalized Trees of Massachusetts (Amherst: Cooperative Extension Service, University of Massachusetts, 1978).

(3) John Whitfield, In the Beat of a Heart: Life, Energy, and the Unity of Nature (Washington, D.C.: National Academies Press, 2006), 212.

(4) Alexander von Humboldt and Aime Bonpland, Essay on the Geography of Plants, edited by Stephen T. Jackson, translated by Sylvie Romanowski (Chicago: University of Chicago Press, 2008), 75.

(5) Alexander von Humboldt, Views of Nature, or, Contemplations on the Sublime Phenomena of Creation with Scientific Illustrations, translated by Elsie C. Otte and Henry George Bohn (London: H. G. Bohn, 1850), 213-17.

(6) Many theories of the latitudinal diversity gradient are summarized in Gary G. Mittelbach et al., “Evolution and the Latitudinal Diversity Gradient:

Speciation, Extinction and Biogeography," Ecology Letters 10 (2007): 315-31.

(7) Daniel H. Janzen, "Why Mountain Passes Are Higher in the Tropics," American Naturalist 101 (1967): 233-49.

(8) Alfred R. Wallace, Tropical Nature and Other Essays (London: Macmillan, 1878), 123.

(9) Kenneth J. Feeley et al., "Upslope Migration of Andean Trees," Journal of Biogeography 38 (2011): 783-91.

(10) Alfred R. Wallace, The Wonderful Century: Its Successes and Its Failures (New York: Dodd, Mead, 1898), 130.

(11) Darwin, On the Origin of Species, 366-67.

(12) Rocio Urrutia and Mathias Vuille, "Climate Change Projections for the Tropical Andes Using a Regional Climate Model: Temperature and Precipitation Simulations for the End of the 21st Century," Journal of Geophysical Research 114 (2009).

(13) Alessandro Catenazzi et al., "Batrachochytrium dendrobatidis and the Collapse of Anuran Species Richness and Abundance in the Upper Manu National Park, Southeastern Peru," Conservation Biology 25 (2011): 382-91.

(14) Anthony D. Barnosky, Heatstroke: Nature in an Age of Global Warming (Washington, D.C.: Island Press/Shearwater Books, 2009), 55-56.

(15) Chris D. Thomas et al., "Extinction Risk from Climate Change," Nature 427 (2004): 145-48.

(16) Chris Thomas, "First Estimates of Extinction Risk from Climate Change," in Saving a Million Species: Extinction Risk from Climate Change, edited by Lee Jay Hannah (Washington, D.C.; Island Press, 2012), 17-18.

(17) Aradhna K. Tripati, Christopher D. Roberts, and Robert E. Eagle, "Coupling of CC>2 and Ice Sheet Stability over Major Climate Transitions of the Last 20 Million Years," Science 326 (2009): 1394-97.

الفصل التاسع

(1) Jeff Tollefson, "Splinters of the Amazon," Nature 496 (2013): 286.

(2) Ibid.

(3) Roger LeB. Hooke, Jose F. Martin-Duque, and Javier Pedraza, "Land Transformation by Humans: A Review," GSA Today 22 (2012): 4-10.

(4) Erie C. Ellis and Navin Ramankutty, "Putting People in the Map: Anthropogenic Biomes of the World," Frontiers in Ecology and the Environment 6 (2008): 439-47.

(5) Richard O. Bierregard et al., Lessons from Amazonia: The Ecology and Conservation of a Fragmented Forest (New Haven, Conn.: Yale Univer-

sity Press, 2001), 41.
(6) Jared Diamond, "The Island Dilemma: Lessons of Modern Biogeographic Studies for the Design of Natural Reserves," Biological Conservation 7 (1975): 129-46.
(7) Jared Diamond, "'Normal' Extinctions of Isolated Populations," in Extinctions, edited by Matthew H. Nitecki (Chicago: University of Chicago Press, 1984), 200.
(8) BDFFP , Susan G. W. Laurance et al., "Effects of Road Clearings on Movement Patterns of Understory Rainforest Birds in Central Amazonia," Conservation Biology 18 (2004) 1099-109.
(9) E. O. Wilson, The Diversity of Life (1992; reprint, New York: Norton, 1993), 3-4.
(10) Carl W. Rettenmeyer et al., "The Largest Animal Association Centered on One Species: The Army Ant Eciton burchellii and Its More Than 300 Associates," Insectes Sociaux 58 (2011): 281-92.
(11) Ibid.
(12) Terry L. Erwin, "Tropical Forests: Their Richness in Coleoptera and Other Arthropod Species," Coleopterists Bulletin 36 (1982): 74-75.
(13) Andrew J. Hamilton et al., "Quantifying Uncertainty in Estimation of Tropical Arthropod Species Richness," American Naturalist 176 (2010): 90-95.
(14) E. O. Wilson, "Threats to Biodiversity," Scientific American, September 1989, 108-16.
(15) John H. Lawton and Robert M. May, Extinction Rates (Oxford: Oxford University Press, 1995), v.
(16) "Spineless: Status and Trends of the World's Invertebrates," published online July 31, 2012, 17.
(17) Thomas E. Lovejoy, "Biodiversity: What Is It?" in Biodiversity II: Understanding and Protecting Our Biological Resources, edited by Marjorie L. Kudla, Don E. Wilson, and E. O. Wilson (Washington, D.C.: Joseph Henry Press, 1997), 12.

الفصل العاشر

(1) Charles Darwin, letter to J. D. Hooker, Apr. 19, 1855, Darwin Correspondence Project, Cambridge University.
(2) Charles Darwin, letter to Gardeners' Chronicle , May 21, 1855, Darwin Correspondence Project, Cambridge University.
(3) Darwin, On the Origin of Species, 385.
(4) Ibid., 394.
(5) Alfred Wegener, The Origin of Continents and Oceans, translated by John

Biram (New York: Dover, 1966), 17.

(6) Mark A. Davis, Invasion Biology (Oxford: Oxford University Press, 2009), 22.

(7) Anthony Ricciardi, “Are Modern Biological Invasions an Unprecedented Form of Global Change?” Conservation Biology 21 (2007): 329-36.

(8) Randall Jarrell and Maurice Sendak, The Bat-Poet (1964; reprint, New York: HarperCollins, 1996), 1.

(9) Paul M. Cryan et al., “Wing Pathology of White-Nose Syndrome in Bats Suggests Life- Threatening Disruption of Physiology,” BMC Biology 8 (2010).

(10) This account of the Japanese beetle’s spread comes from Charles S. Elton, The Ecology of Invasions by Animals and Plants (1958; reprint, Chicago: University of Chicago Press, 2000), 51-53.

(11) Jason van Driesche and Roy van Driesche, Nature out of Place: Biological Invasions in the Global Age (Washington, D.C.: Island Press, 2000), 91.

(12) Information on Hawaii’s land snails comes from Christen Mitchell et al., Hawaii’s Comprehensive Wildlife Conservation Strategy (Honolulu: Department of Land and Natural Resources, 2005).

(13) David Quammen, The Song of the Dodo: Island Biogeography in an Age of Extinctions (1996; reprint, New York: Scribner, 2004), 333.

(14) Van Driesche and Van Driesche, Nature out of Place, 123.

(15) George H. Hepting, “Death of the American Chestnut,” Forest and Conservation History 18 (1974): 60.

(16) Paul Somers, “The Invasive Plant Problem,” http://www.mass.gov/eea/docs/dfg/nhesp/land-protection-andmanagement/invasive-plant-problem.pdf.

(17) John C. Maerz, Victoria A. Nuzzo, and Bernd Blossey, “Declines in Woodland Salamander Abundance Associated with Non-Native Earthworm and Plant Invasions,” Conservation Biology 23 (2009): 975-81.

(18) “Operation Toad Day Out: Tip Sheet,” Townsville City Council, <http://www.townsville.qld.gov.au/resident/pests/Documents/TDO%202012_Tip%20Sheet.pdf>.

(19) Steven L. Chown et al., “Continent-wide Risk Assessment for the Establishment of Nonindigenous Species in Antarctica,” Proceedings of the National Academy of Sciences 109 (2012): 4938-43.

(20) Alan Burdick, Out of Eden: An Odyssey of Ecological Invasion (New York: Farrar, Straus and Giroux, 2005), 29.

(21) Jennifer A. Leonard et al., “Ancient DNA Evidence for Old World Origin of New World Dogs,” Science 298 (2002): 1613-16.

(22) Quoted in Kim Todd, Tinkering with Eden: A Natural History of Exotics

in America (New York: Norton, 2001), 137-38.

(23) Peter T. Jenkins, "Pet Trade," in Encyclopedia of Biological Invasions, edited by Daniel Simberloff and Marcel Rejmanek (Berkeley: University of California Press, 2011), 539-43.

(24) Gregory M. Ruiz et al., "Invasion of Coastal Marine Communities of North America: Apparent Patterns, Processes, and Biases," Annual Review of Ecology and Systematics 31 (2000): 481-531.

(25) Van Driesche and Van Driesche, Nature out of Place, 46.

(26) Elton, The Ecology of Invasions by Animals and Plants, 50-51.

(27) James H. Brown, Macroecology (Chicago: University of Chicago Press, 1995), 220.

الفصل الحادي عشر

(1) Ludovic Orlando et al., "Ancient DNA Analysis Reveals Woolly Rhino Evolutionary Relationships," Molecular Phylogenetics and Evolution 28 (2003): 485-99.

(2) E. O. Wilson, The Future of Life (2002; reprint, New York: Vintage, 2003), 80.

(3) Adam Welz, "The Dirty War Against Africa's Remaining Rhinos," e360, published online Nov. 27, 2012.

(4) Fiona Maisels et al., "Devastating Decline of Forest Elephants in Central Africa," PLOS ONE 8 (2013).

(5) Thomas Lovejoy, "A Tsunami of Extinction," Scientific American, Dec. 2012, 33-34.

(6) Tim F. Flannery, The Future Eaters: An Ecological History of the Australasian Lands and People (New York: G. Braziller, 1995), 55.

(7) Valerie A. Olson and Samuel T. Turvey, "The Evolution of Sexual Dimorphism in New Zealand Giant Moa (Dinornis) and Other Ratites," Proceedings of the Royal Society B 280 (2013).

(8) Alfred Russel Wallace, The Geographical Distribution of Animals with a Study of the Relations of Living and Extinct Faunas as Elucidating the Past Changes of the Earth 's Surface, vol. 1 (New York: Harper and Brothers, 1876), 150.

(9) Big Bone Lick أول المستكشفين Robert Morgan, "Big Bone Lick," posted online at: http://www.big-bone- lick.com/2011/10/.

(10) Charles Lyell, Travels in North America, Canada, and Nova Scotia with Geological Observations, 2nd ed. (London: J. Murray, 1855), 67.

(11) Charles Lyell, Geological Evidences of the Antiquity of Man, with Remarks on Theories of the Origin of Species by Variation, 4th ed., revised (London: J. Murray, 1873), 189.

(12) Quoted in Donald K. Grayson, “Nineteenth Century Explanations,” in Quaternary Extinctions: A Prehistoric Revolution, edited by Paul S. Martin and Richard G. Klein (Tucson: University of Arizona Press, 1984), 32.

(13) Wallace, The Geographical Distribution of Animals, 150-51.

(14) Alfred R. Wallace, The World of Life: A Manifestation of Creative Power, Directive Mind and Ultimate Purpose (New York: Moffat, Yard, 1911), 264.

(15) Paul S. Martin, “Prehistoric Overkill,” in Pleistocene Extinctions: The Search for a Cause, edited by Paul S. Martin and H. E. Wright (New Haven, Conn.: Yale University Press, 1967), 115.

(16) Jared Diamond, Guns, Germs, and Steel: The Fates of Human Societies (New York: Norton, 1997), 43.

(17) Susan Rule et ah, “The Aftermath of Megafaunal Extinction: Ecosystem Transformation in Pleistocene Australia,” Science 335 (2012): 1483-86.

(18) John Alroy, “A Multispecies Overkill Simulation of the End-Pleistocene Megafaunal Mass Extinction,” Science 292 (2001): 1893- 96.

(19) John Alroy, “Putting North America’s End-Pleistocene Megafaunal Extinction in Context,” in Extinctions in Near Time: Causes, Contexts, and Consequences, edited by Ross D. E. MacPhee (New York: Kluwer Academic/Plenum, 1999), 138.

الفصل الثاني عشر

(1) Charles Darwin, The Descent of Man (1871; reprint, New York: Penguin, 2004), 75.

(2) James Shreeve, The Neanderthal Enigma: Solving the Mystery of Human Origins (New York: William Morrow, 1995), 38.

(3) Marcellin Boule, Fossil Men; Elements of Human Palaeontology, translated by Jessie Elliot Ritchie and James Ritchie (Edinburgh: Oliver and Boyd, 1923), 224.

(4) William L. Straus Jr. and A. J. E. Cave, “Pathology and the Posture of Neanderthal Man,” Quarterly Review of Biology 32 (1957): 348-63.

(5) Ray Solecki, Shanidar, the First Flower People (New York: Knopf, 1971), 250.

(6) Science, Richard E. Green et ah, “A Draft Sequence of the Neandertal Genome,” Science 328 (2010): 710-22.

(7) E. Herrmann et ah, “Humans Have Evolved Specialized Skills of Social Cognition: The Cultural Intelligence Hypothesis,” Science 317 (2007): 1360-66.

(8) David Reich et al., “Genetic History of an Archaic Hominin Group from Denisova Cave in Siberia,” Nature 468 (2010): 1053-60.

الفصل الثالث عشر

(1) Jonathan Schell, The Fate of the Earth (New York: Knopf, 1982), 21.

(2) Carson, Silent Spring, 296.

(3) Michael Benton, “Paleontology and the History of Life,” in Evolution: The First Four Billion Years, edited by Michael Ruse and Joseph Travis (Cambridge, Mass.: Belknap Press of Harvard University Press, 2009), 84.

(4) Richard E. Leakey and Roger Lewin, The Sixth Extinction: Patterns of Life and the Future of Humankind (1995; reprint, New York: Anchor, 1996), 249.

(5) Annalee Newitz, Scatter, Adapt, and Remember: How Humans Will Survive a Mass Extinction (New York: Doubleday, 2013), 263.


ببليوغرافيا



Alroy, John. “A Multispecies Overkill Simulation of the End-Pleistocene Megafaunal Mass Extinction.” Science 292 (2001): 1893-96.

Alvarez, Luis W. “Experimental Evidence That an Asteroid Impact Led to the Extinction of Many Species 65 Million Years Ago.” Proceedings of the National Academy of Sciences 80 (1983): 627-42.

Alvarez, Luis W., W. Alvarez, F. Asaro, and H. V. Michel. “Extraterrestrial Cause for the Cretaceous-Tertiary Extinction.” Science 208 (1980): 1095-108.

Alvarez, Walter. T. rex and the Crater of Doom. Princeton, N.J.: Princeton University Press, 1997.

--“Earth History in the Broadest Possible Context.” Ninety-Seventh Annual Faculty Research Lecture. University of California, Berkeley, International House, delivered Apr. 29, 2010.

Appel, Toby A. The Cuvier-Geoffroy Debate: French Biology in the Decades Before Darwin. New York: Oxford University Press, 1987.

Barnosky, Anthony D. “Megafauna Biomass Tradeoff as a Driver of Quaternary and Future Extinctions.” Proceedings of the National Academy of Sciences 105 (2008): 11543-48.

-Heatstroke: Nature in an Age of Global Warming. Washington, D.C.: Island Press/Shearwater Books, 2009.

Benton, Michael J. When Life Nearly Died: The Greatest Mass Extinction of All Time. New York: Thames and Hudson, 2003.

Bierregaard, Richard O., et al. Lessons from Amazonia: The Ecology and Conservation of a Fragmented Forest. New Haven, Conn.: Yale University Press, 2001.

Birkhead, Tim. “How Collectors Killed the Great Auk.” New Scientist 142 (1994): 24-27.

Blundell, Derek J., and Andrew C. Scott, eds. Lyell: The Past Is the Key to the Present. London: Geological Society, 1998.

Bohor, B. F., et al. "Mineralogic Evidence for an Impact Event at the Cretaceous-Tertiary Boundary." Science 224 (1984): 867-69.

Boule, Marcellin. Fossil Men: Elements of Human Palaeontology. Translated by Jessie J. Elliot Ritchie and James Ritchie. Edinburgh: Oliver and Boyd, 1923.

Bowen, James, and Margarita Bowen. The Great Barrier Reef: History, Science, Heritage. Cambridge: Cambridge University Press, 2002.

Brown, James H. Macroecology. Chicago: University of Chicago Press, 1995.

Browne, Janet. Charles Darwin: Voyaging. New York: Knopf, 1995.

- Charles Darwin: The Power of Place. New York: Knopf, 2002.

Browne, Malcolm W. "Dinosaur Experts Resist Meteor Extinction Idea." New York Times, Oct. 29, 1985.

Buckland, William. Geology and Mineralogy Considered with Reference to Natural Theology. London: W. Pickering, 1836.

Burdick, Alan. Out of Eden: An Odyssey of Ecological Invasion. New York: Farrar, Straus and Giroux, 2005.

Burkhardt, Richard Wellington. The Spirit of System: Lamarck and Evolutionary Biology. Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1977.

Butlin, Roger, Jon Bridle, and Dolph Schluter, eds. Speciation and Patterns of Diversity. Cambridge: Cambridge University Press, 2009.

Caldeira, Ken, and Michael E. Wickett. "Anthropogenic Carbon and Ocean pH." Nature 425 (2003): 365.

Carpenter, Kent E., et al. "One-Third of Reef-Building Corals Face Elevated

Extinction Risk from Climate Change and Local Impacts." Science 321 (2008): 560-63.

Carson, Rachel. Silent Spring. 40th anniversary ed. Boston: Houghton Mifflin, 2002.

- The Sea Around Us. Reprint, New York: Signet, 1961.

Catenazzi, Alessandro, et al. "Batrachochytrium dendrobatidis and the Collapse of Anuran Species Richness and Abundance in the Upper Manu National Park, Southeastern Peru." Conservation Biology 25 (2011) 382-91.

Chown, Steven L., et al. "Continent-wide Risk Assessment for the Establishment of Nonindigenous Species in Antarctica." Proceedings of the National Academy of Sciences 109 (2012): 4938-43.

Chu, Jennifer. "Timeline of a Mass Extinction." MIT News Office, published online Nov. 18, 2011.

Cohen, Claudine. The Fate of the Mammoth: Fossils, Myth, and History. Chicago: University of Chicago Press, 2002.

Coleman, William. Georges Cuvier, Zoologist: A Study in the History of Evolution Theory. Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1964.

Collen, Ben, Monika Bohm, Rachael Kemp, and Jonathan E. M. Baillie, eds. Spineless: Status and Trends of the World's Invertebrates. London: Zoological Society, 2012.

Collinge, Sharon K. Ecology of Fragmented Landscapes. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 2009.

Collins, James P., and Martha L. Crump. Extinctions in Our Times: Global Amphibian Decline. Oxford: Oxford University Press, 2009.

Crump, Martha L. In Search of the Golden Frog. Chicago: University of Chicago Press, 2000.

Crutzen, Paul J. "Geology of Mankind." Nature 415 (2002): 23.

Cryan, Paul M., et al. "Wing Pathology of White-Nose Syndrome in Bats Suggests Life-Threatening Disruption of Physiology." BMC Biology 8 (2010).

Cuvier, Georges, and Martin J. S. Rudwick. Georges Cuvier, Fossil Bones, and Geological Catastrophes: New Translations and Interpretations of the Primary Texts. Chicago: University of Chicago Press, 1997.

Darwin, Charles. The Structure and Distribution of Coral Reefs. 3rd ed. New York: D. Appleton, 1897.

- On the Origin of Species: A Facsimile of the First Edition. Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1964.
- The Autobiography of Charles Darwin, 1809-1882: With Original Omissions Restored. New York: Norton, 1969.
- The Works of Charles Darwin. Vol. 1, Diary of the Voyage of H.M.S. Beagle. Edited by Paul H. Barrett and R. B. Lreeman. New York: New York University Press, 1987.
- The Works of Charles Darwin. Vol. 2, Journal of Researches. Edited by Paul H. Barrett and R. B. Freeman. New York: New York University Press, 1987.
- The Works of Charles Darwin. Vol. 3, Journal of Researches, Part 2. Edited by Paul H. Barrett and R. B. Freeman. New York: New York University Press, 1987.
- The Descent of Man. 1871. Reprint, New York: Penguin, 2004.

Davis, Mark A. Invasion Biology. Oxford: Oxford University Press, 2009.

De'ath, Glenn, et al. "The 27-Year Decline of Coral Cover on the Great Barrier Reef and Its Causes." Proceedings of the National Academy of Sciences 109 (2012): 17995-99.

DeWolf, Gordon P. Native and Naturalized Trees of Massachusetts. Amherst: Cooperative Extension Service, University of Massachusetts, 1978.

Diamond, Jared. “The Island Dilemma: Lessons of Modern Biogeographic Studies for the Design of Natural Reserves.” Biological Conservation 7 (1975): 129–46.

Diamond, Jared. Guns, Germs, and Steel: The Fates of Human Societies. New York: Norton, 2005.

Dobbs, David. Reef Madness: Charles Darwin, Alexander Agassiz, and the Meaning of Coral. New York: Pantheon, 2005.

Ellis, Erie C., and Navin Ramankutty. “Putting People in the Map: Anthropogenic Biomes of the World.” Frontiers in Ecology and the Environment 6 (2008): 439–47.

Elton, Charles S. The Ecology of Invasions by Animals and Plants. 1958. Reprint, Chicago: University of Chicago Press, 2000.

Erwin, Douglas H. Extinction: How Life on Earth Nearly Ended 250 Million Years Ago. Princeton, N.J.: Princeton University Press, 2006.

Erwin, Terry L. “Tropical Forests: Their Richness in Coleoptera and Other Arthropod Species.” Coleopterists Bulletin 36 (1982): 74–75.

Fabricius, Katherina E., et al. “Losers and Winners in Coral Reefs Acclimatized to Elevated Carbon Dioxide Concentrations.” Nature Climate Change 1 (2011): 165–69.

Feeley, Kenneth J., et al. “Upslope Migration of Andean Trees.” Journal of Biogeography 38 (2011): 783–91.

Feeley, Kenneth J., and Miles R. Silman. “Biotic Attrition from Tropical Forests Correcting for Truncated Temperature Niches.” Global Change Biology 16 (2010): 1830–36.

Flannery, Tim F. The Future Eaters: An Ecological History of the Australasian Lands and People. New York: G. Braziller, 1995.

Fortey, Richard A. Life: A Natural History of the First Four Billion Years of Life on Earth. New York: Vintage, 1999.

Fuller, Errol. The Great Auk. New York: Abrams, 1999.

Gaskell, Jeremy. Who Killed the Great Auk? Oxford: Oxford University Press, 2000.

Gattuso, Jean-Pierre, and Lina Hansson, eds. Ocean Acidification. Oxford: Oxford University Press, 2011.

Gleick, James. Chaos: Making a New Science. New York: Viking, 1987.

Glen, William, ed. The Mass-Extinction Debates: How Science Works in a Crisis. Stanford, Calif.: Stanford University Press, 1994.

Goodell, Jeff. How to Cool the Planet: Geoengineering and the Audacious Quest to Fix Earth's Climate. Boston: Houghton Mifflin Harcourt, 2010.

Gould, Stephen Jay. The Panda's Thumb: More Reflections in Natural History. New York: Norton, 1980.

Grant, K. Thalia, and Gregory B. Estes. Darwin in Galapagos: Footsteps to a New World. Princeton, N.J.: Princeton University Press, 2009.

Grayson, Donald K., and David J. Meltzer. "A Requiem for North American Overkill." Journal of Archaeological Science 30 (2003): 585-93.

Green, Richard E., et al. "A Draft Sequence of the Neandertal Genome." Science 328 (2010): 710-22.

Hallam, A. Great Geological Controversies. Oxford: Oxford University Press, 1983.

Hallam, A., and P. B. Wignall. Mass Extinctions and Their Aftermath. Oxford: Oxford University Press, 1997.

Hall-Spencer, Jason M., et al. "Volcanic Carbon Dioxide Vents Show Ecosystem Effects of Ocean Acidification." Nature 454 (2008): 96-99.

Hamilton, Andrew J., et al. "Quantifying Uncertainty in Estimation of Tropical Arthropod Species Richness." American Naturalist 176 (2010): 90-95.

Hannah, Lee Jay, ed. Saving a Million Species: Extinction Risk from Climate Change. Washington, D.C.: Island Press, 2012.

Haynes, Gary, ed. American Megafaunal Extinctions at the End of the Pleistocene. Dordrecht: Springer, 2009.

Heatwole, Harold, Terence Done, and Elizabeth Cameron. Community Ecology of a Coral Cay: A Study of One Tree Island, Great Barrier Reef, Australia. The Hague: W. Junk, 1981.

Hedeen, Stanley. Big Bone Lick: The Cradle of American Paleontology. Lexington: University Press of Kentucky, 2008.

Hepting, George H. "Death of the American Chestnut." Forest and Conservation History 18 (1974): 60–67.

Herbert, Sandra. Charles Darwin, Geologist. Ithaca, N.Y.: Cornell University Press, 2005.

Herrmann, E., et al. "Humans Have Evolved Specialized Skills of Social Cognition: The Cultural Intelligence Hypothesis." Science 317 (2007): 1360–66.

Hoegh-Guldberg, Ove, et al. "Coral Reefs under Rapid Climate Change and Ocean Acidification." Science 318 (2007): 1737–42.

Hoffmann, Michael, et al. "The Impact of Conservation on the Status of the World's Vertebrates." Science 330 (2010): 1503–9.

Holdaway, Richard N., and Christopher Jacomb. "Rapid Extinction of the Moas (Aves: Dinornithiformes): Model, Test, and Implications." Science 287 (2000): 2250–54.

Hooke, Roger, Jose F. Martin-Duque, and Javier Pedraza. "Land Transformation by Humans: A Review." GSA Today 22 (2012): 4–10.

Huggett, Richard J. Catastrophism: Systems of Earth History. London: E. Arnold, 1990.

Humboldt, Alexander von. Views of Nature, or, Contemplations on the Sublime Phenomena of Creation with Scientific Illustrations. Translated by Elsie C. Otte and Henry George Bohn. London: H. G. Bohn, 1850.

Humboldt, Alexander von, and Aime Bonpland. Essay on the Geography of Plants. Edited by Stephen T. Jackson. Translated by Sylvie Romanowski. Chicago: University of Chicago Press, 2008.

Hunt, Terry L. “Rethinking Easter Island’s Ecological Catastrophe.” Journal of Archaeological Science 34 (2007): 485-502.

Hutchings, P. A., Michael Kingsford, and Ove Hoegh-Guldberg, eds. The Great Barrier Reef: Biology, Environment and Management. Collingwood, Australia: CSIRO, 2008.

Janzen, Daniel H. “Why Mountain Passes Are Higher in the Tropics.” American Naturalist 101 (1967): 233-49.

Jarrell, Randall, and Maurice Sendak. The Bat-Poet. 1964. Reprint, New York: HarperCollins, 1996.

Johnson, Chris. Australia’s Mammal Extinctions: A 50,000 Year History. Cambridge: Cambridge University Press, 2006.

Kiessling, Wolfgang, and Carl Simpson. “On the Potential for Ocean Acidification to Be a General Cause of Ancient Reef Crises.” Global Change Biology 17 (2011): 56-67.

Knoll, A. H. “Biomineralization and Evolutionary History.” Reviews in Mineralogy and Geochemistry 54 (2003): 329-56.

Kudla, Marjorie L., Don E. Wilson, and E. O. Wilson, eds. Biodiversity II: Understanding and Protecting Our Biological Resources. Washington, D.C.: Joseph Henry Press, 1997.

Kuhn, Thomas S. The Structure of Scientific Revolutions. 2nd ed. Chicago: University of Chicago Press, 1970.

Kump, Lee, Timothy Bralower, and Andy Ridgwell. “Ocean Acidification in Deep Time.” Oceanography 22 (2009): 94–107.

Kump, Lee R., Alexander Pavlov, and Michael A. Arthur. “Massive Release of Hydrogen Sulfide to the Surface Ocean and Atmosphere during Intervals of Oceanic Anoxia.” Geology 33 (2005): 397.

Landman, Neil, et al. “Mode of Life and Habitat of Scaphitid Ammonites.” Geobios 54 (2012): 87–98.

Laurance, Susan G. W., et al. “Effects of Road Clearings on Movement Patterns of Understory Rainforest Birds in Central Amazonia.” Conservation Biology 18 (2004): 1099–109.

Lawton, John H., and Robert M. May. Extinction Rates. Oxford: Oxford University Press, 1995.

Leakey, Richard E., and Roger Lewin. The Sixth Extinction: Patterns of Life and the Future of Humankind. 1995. Reprint, New York: Anchor, 1996.

Lee, R. Memoirs of Baron Cuvier. New York: J. and J. Harper, 1833.

Lenton, Timothy M., et al. “First Plants Cooled the Ordovician.” Nature Geoscience 5 (2012): 86–9.

Levy, Sharon. Once and Future Giants: What Ice Age Extinctions Tell Us about the Fate of Earth’s Largest Animals. Oxford: Oxford University Press, 2011.

Longrich, Nicholas R., Bhart-Anjan S. Bhullar, and Jacques A. Gauthier. “Mass Extinction of Lizards and Snakes at the Cretaceous-Paleogene Boundary.” Proceedings of the National Academy of Sciences 109 (2012): 21396–401.

Longrich, Nicholas R., T. Tokaryk, and D. J. Field. “Mass Extinction of Birds at the Cretaceous-Paleogene (K-Pg) Boundary.” Proceedings of the National Academy of Sciences 108 (2011): 15253–57.

Lopez, Barry. Arctic Dreams. 1986. Reprint, New York: Vintage, 2001.

Lovejoy, Thomas. "A Tsunami of Extinction." Scientific American, Dec. 2012, 33-34.

Lyell, Charles. Travels in North America, Canada, and Nova Scotia with Geological Observations. 2nd ed. London: J. Murray, 1855.

- Geological Evidences of the Antiquity of Man; with Remarks on Theories of the Origin of Species by Variation. 4th ed, revised. London: Murray, 1873.
- Life, Letters and Journals of Sir Charles Lyell, edited by Mrs. Lyell. London: J. Murray, 1881.
- Principles of Geology. Vol. 1. Chicago: University of Chicago Press, 1990.
- Principles of Geology. Vol. 2. Chicago: University of Chicago Press, 1990.
- Principles of Geology. Vol. 3. Chicago: University of Chicago Press, 1991.

MacPhee, R. D. E., ed. Extinctions in Near Time: Causes, Contexts, and Consequences. New York: Kluwer Academic/Plenum, 1999.

Maerz, John C., Victoria A. Nuzzo, and Bernd Blossey. "Declines in Woodland Salamander Abundance Associated with Non-Native Earthworm and Plant Invasions." Conservation Biology 23 (2009): 975-81.

Maisels, Fiona, et al. "Devastating Decline of Forest Elephants in Central Africa." PLOS ONE 8 (2013).

Martin, Paul S., and Richard G. Klein, eds. Quaternary Extinctions: A Prehistoric Revolution. Tucson: University of Arizona Press, 1984.

Martin, Paul S., and H. E. Wright, eds. Pleistocene Extinctions: The Search

for a Cause. New Haven, Conn.: Yale University Press, 1967.

Marvin, Ursula B. Continental Drift: The Evolution of a Concept. Washington, D.C.: Smithsonian Institution Press (distributed by G. Braziller), 1973.

Mayr, Ernst. The Growth of Biological Thought: Diversity, Evolution, and Inheritance . Cambridge, Mass.: Belknap Press of Harvard University Press, 1982.

McCallum, Malcolm L. “Amphibian Decline or Extinction? Current Declines Dwarf Background Extinction Rates.” Journal of Herpetology 41 (2007): 483-91.

McKibben, Bill. The End of Nature. New York: Random House, 1989.

Mendelson, Joseph R. “Shifted Baselines, Forensic Taxonomy, and Rabb’s Fringe-limbed Treefrog: The Changing Role of Biologists in an Era of Amphibian Declines and Extinctions.” Herpetological Review 42 (2011): 21-25.

Mitchell, Alanna. Seasick: Ocean Change and the Extinction of Life on Earth. Chicago: University of Chicago Press, 2009.

Mitchell, Christen, et al. Hawaii’s Comprehensive Wildlife Conservation Strategy. Honolulu: Department of Land and Natural Resources, 2005.

Mittelbach, Gary G., et al. “Evolution and the Latitudinal Diversity Gradient: Speciation, Extinction and Biogeography.” Ecology Letters 10 (2007): 315-31.

Monks, Neale, and Philip Palmer. Ammonites. Washington, D.C.: Smithsonian Institution Press, 2002.

Mourn, Truls, et al. “Mitochondrial DNA Sequence Evolution and Phylogeny of the Atlantic Alcidae, Including the Extinct Great Auk (Pinguinus impennis).” Molecular Biology and Evolution 19 (2002): 1434-39.

Muller, Richard. Nemesis. New York: Weidenfeld and Nicolson, 1988.

Musgrave, Ruth A. "Incredible Frog Hotel." National Geographic Kids, Sept. 2008, 16-19.

Newitz, Annalee. Scatter, Adapt, and Remember: How Humans Will Survive a Mass Extinction. New York:Doubleday, 2013.

Newman, M. E. J., and Richard G. Palmer. Modeling Extinction. Oxford: Oxford University Press, 2003.

Newton, Alfred. "Abstract of Mr. J. Wolley's Researches in Iceland Respecting the Gare-Fowl or Great Auk." Ibis 3 (1861): 374-99.

Nitecki, Matthew H., ed. Extinctions. Chicago: University of Chicago Press, 1984.

Novacek, Michael J. Terra: Our 100-Million-Year-Old Ecosystem — and the Threats That Now Put It at Risk. New York: Farrar, Straus and Giroux, 2007.

Olson, Valerie A., and Samuel T. Turvey. "The Evolution of Sexual Dimorphism in New Zealand Giant Moa (Dinornis) and Other Ratites." Proceedings of the Royal Society B 280 (2013).

Orlando, Ludovic, et al. "Ancient DNA Analysis Reveals Woolly Rhino Evolutionary Relationships." Molecular Phylogenetics and Evolution 28 (2003): 485-99.

Outram, Dorinda. Georges Cuvier: Vocation, Science and Authority in Post-Revolutionary France. Manchester, England: Manchester University Press, 1984.

Palmer, Trevor. Perilous Planet Earth: Catastrophes and Catastrophism through the Ages. Cambridge: Cambridge University Press, 2003.

Peale, Charles Willson. The Selected Papers of Charles Willson Peale and His Family. Edited by Lillian B. Miller, Sidney Hart, and Toby A. Appel. New Haven, Conn.: Yale University Press (published for the National Portrait Gallery, Smithsonian Institution), 1983-2000.

Phillips, John. Life on the Earth. Cambridge: Macmillan and Company, 1860.

Plaisance, Laetitia, et al. "The Diversity of Coral Reefs: What Are We Missing?" PLOS ONE 6 (2011).

Powell, James Lawrence. Night Comes to the Cretaceous: Dinosaur Extinction and the Transformation of Modern Geology. New York: W. H. Freeman, 1998.

Quammen, David. The Song of the Dodo: Island Biogeography in an Age of Extinctions. 1996. Reprint, New York: Scribner, 2004.

- The Reluctant Mr. Darwin: An Intimate Portrait of Charles Darwin and the Making of His Theory of Evolution. New York: Atlas Books/Norton, 2006.
- Natural Acts: A Sidelong View of Science and Nature. Revised ed., New York: Norton, 2008.

Rabinowitz, Alan. "Helping a Species Go Extinct: The Sumatran Rhino in Borneo." Conservation Bioloqy 9 (1995): 482-88.

Randall, John E., Gerald R. Allen, and Roger C. Steene. Fishes of the Great Barrier Reef and Coral Sea. Honolulu: University of Hawaii Press, 1990.

Raup, David M. The Nemesis Affair: A Story of the Death of Dinosaurs and the Ways of Science. New York: Norton, 1986.

- Extinction: Bad Genes or Bad Luck? New York: Norton, 1991.

Raup, David M., and J. John Sepkoski Jr. "Periodicity of Extinctions in the Geologic Past." Proceedings of the National Academy of Sciences 81 (1984): 801-5.

- "Mass Extinctions in the Marine Fossil Record." Science 215 (1982): 1501-3.

Reich, David, et al. "Genetic History of an Archaic Hominin Group from

Denisova Cave in Siberia." Nature 468 (2010): 1053-60.

Rettenmeyer, Carl W. et al. "The Largest Animal Association Centered on One Species: The Army Ant Eciton burchellii and Its More Than 300 Associates." Insectes Sociaux 58 (2011): 281-92.

Rhodes, Frank H. T., Richard O. Stone, and Bruce D. Malamud. Language of the Earth: A Literary Anthology. 2nd ed. Chichester, England: Wiley, 2009.

Ricciardi, Anthony. "Are Modern Biological Invasions an Unprecedented Form of Global Change?" Conservation Biology 21 (2007): 329-36.

Rose, Kenneth D. The Beginning of the Age of Mammals. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 2006.

Rosenzweig, Michael L. Species Diversity in Space and Time. Cambridge: Cambridge University Press, 1995.

Rudwick, M. J. S. The Meaning of Fossils: Episodes in the History of Palaeontology. 2nd revised ed. New York: Science History, 1976.

- Bursting the Limits of Time: The Reconstruction of Geohistory in the Age of Revolution. Chicago: University of Chicago Press, 2005.
- Lyell and Darwin, Geologists: Studies in the Earth Sciences in the Age of Reform. Aldershot, England: Ashgate, 2005.
- Worlds Before Adam: The Reconstruction of Geohistory in the Age of Reform. Chicago: University of Chicago Press, 2008.

Ruiz, Gregory M., et al. "Invasion of Coastal Marine Communities in North America: Apparent Patterns, Processes, and Biases." Annual Review of Ecology and Systematics 31 (2000): 481-531.

Rule, Susan, et al. "The Aftermath of Megafaunal Extinction: Ecosystem Transformation in Pleistocene Australia." Science 335 (2012): 1483-86.

Ruse, Michael, and Joseph Travis, eds. Evolution: The First Four Billion

Years. Cambridge, Mass.: Belknap Press of Harvard University Press, 2009.

Schell, Jonathan. The Fate of the Earth. New York: Knopf, 1982.

Sellers, Charles Coleman. Mr. Peale's Museum: Charles Willson Peale and the First Popular Museum of Natural Science and Art. New York: Norton, 1980.

Semonin, Paul. American Monster: How the Nation's First Prehistoric Creature Became a Symbol of National Identity. New York: New York University Press, 2000.

Severance, Frank H. An Old Frontier of France: The Niagara Region and Adjacent Lakes under French Control. New York: Dodd, 1917.

Shen, Shu-zhong, et al. "Calibrating the End-Permian Mass Extinction." Science 334 (2011): 1367-72.

Sheppard, Charles, Simon K. Davy, and Graham M. Pilling. The Biology of Coral Reefs. Oxford: Oxford University Press, 2009.

Shreeve, James. The Neandertal Enigma: Solving the Mystery of Modern Human Origins. New York: William Morrow, 1995.

Shrenk, Friedemann, and Stephanie Muller. The Neanderthals. London: Routledge, 2009.

Silverman, Jacob, et al. "Coral Reefs May Start Dissolving when Atmospheric CO_2 Doubles." Geophysical Research Letters 35 (2009).

Simberloff, Daniel, and Marcel Rejmanek, eds., Encyclopedia of Biological Invasions. Berkeley: University of California Press, 2011.

Simpson, George Gaylord. Why and How: Some Problems and Methods in Historical Biology. Oxford: Pergamon Press, 1980.

Soto-Azat, Claudio, et al. "The Population Decline and Extinction of Darwin's Frogs." PLOS ONE 8 (2013).

Stanley, Steven M. Extinction. New York: Scientific American Library, 1987.

Stolzenburg, William. Rat Island: Predators in Paradise and the World's Greatest Wildlife Rescue. New York: Bloomsbury, 2011.

Straus, William L., Jr., and A. J. E. Cave. "Pathology and the Posture of Neanderthal Man." Quarterly Review of Biology 32 (1957): 348–63.

Sulloway, Frank J. "Darwin and His Finches: The Evolution of a Legend." Journal of the History of Biology 15 (1982): 1–53.

Taylor, Paul D. Extinctions in the History of Life. Cambridge: Cambridge University Press, 2004.

Thomas, Chris D., et al. "Extinction Risk from Climate Change." Nature 427 (2004): 145–48.

Thomson, Keith Stewart. The Legacy of the Mastodon: The Golden Age of Fossils in America. New Haven, Conn.: Yale University Press, 2008.

Todd, Kim. Tinkering with Eden: A Natural History of Exotics in America. New York: Norton, 2001.

Tollefson, Jeff. "Splinters of the Amazon." Nature 496 (2013): 286–89.

Tripati, Aradhna K., Christopher D. Roberts, and Robert A. Eagle. "Coupling of CO 2 and Ice Sheet Stability over Major Climate Transitions of the Last 20 Million Years." Science 326 (2009): 1394–97.

Turvey, Samuel. Holocene Extinctions. Oxford: Oxford University Press, 2009.

Urrutia, Rocio, and Mathias Vuille. "Climate Change Projections for the Tropical Andes Using a Regional Climate Model: Temperature and Precipitation Simulations for the End of the 21st Century." Journal of Geophysical Research 114 (2009).

Van Driesche, Jason, and Roy Van Driesche. Nature out of Place: Biological

Invasions in the Global Age.

Washington, D.C.: Island Press, 2000.

Veron, J. E. N. A Reef in Time: The Great Barrier Reef from Beginning to End. Cambridge, Mass.: Belknap Press of Harvard University Press, 2008.

- "Is the End in Sight for the World's Coral Reefs?" e360, published online Dec. 6, 2010.

Wake, D. B., and V. T. Vredenburg. "Colloquium Paper: Are We in the Midst of the Sixth Mass Extinction? A View from the World of Amphibians." Proceedings of the National Academy of Sciences 105 (2008): 11466-73.

Wallace, Alfred Russel. The Geographical Distribution of Animals with a Study of the Relations of Living and Extinct Faunas as Elucidating the Past Changes of the Earth's Surface. Vol. 1. New York: Harper and Brothers, 1876.

- Tropical Nature and Other Essays. London: Macmillan, 1878.
- The Wonderful Century: Its Successes and Its Failures. New York: Dodd, Mead, 1898.
- The World of Life: A Manifestation of Creative Power, Directive Mind and Ultimate Purpose. New York: Moffat, Yard, 1911.

Wegener, Alfred. The Origin of Continents and Oceans. Translated by John Biram. New York: Dover, 1966.

Wells, Kentwood David. The Ecology and Behavior of Amphibians. Chicago: University of Chicago Press, 2007.

Welz, Adam. "The Dirty War against Africa's Remaining Rhinos." e360, published online Nov. 27, 2012.

Whitfield, John. In the Beat of a Heart: Life, Energy, and the Unity of Nature. Washington, D.C.: National Academies Press, 2006.

Whitmore, T. C., and Jeffrey Sayer, eds. Tropical Deforestation and Species

Extinction. London: Chapman and Hall, 1992.

Wilson, Edward O. “Threats to Biodiversity.” Scientific American, Sept. 1989, 108-16.

- The Diversity of Life. 1992. Reprint, New York: Norton, 1993.

- The Future of Life. 2002. Reprint, New York: Vintage, 2003.

Wilson, Leonard G. Charles Lyell, the Years to 1841: The Revolution in Geology. New Haven, Conn.: Yale University Press, 1972.

Wollaston, Alexander F. R. Life of Alfred Newton. New York: E. P. Dutton, 1921.

Worthy, T. H., and Richard N. Holdaway. The Lost World of the Moa: Prehistoric Life of New Zealand. Bloomington: Indiana University Press, 2002.

Zalasiewicz, Jan. The Earth After Us: What Legacy Will Humans Leave in the Rocks? Oxford: Oxford University Press, 2008.

Zalasiewicz, Jan, et al. “Are We Now Living in the Anthropocene?” GSA Today 18 (2008): 4-8.

Zalasiewicz, Jan, et al. “Graptolites in British Stratigraphy.” Geological Magazine 146 (2009): 785-850.

المؤلف في سطور

إليزابيث كولبيرت Elizabeth Kolbert

■ كاتبة في مجلة «نيويوركر» New Yorker. ولها عدة مؤلفات من بينها: «ملاحظات الحقل» Field Notes، و«من الكارثة: الإنسان والطبيعة وتغير المناخ» from Catastrophe: Man, Nature, and Climate Change.

■ تعيش في ويليامزتاون Williamstown بولاية ماساتشوستس مع زوجها وأولادها.

المترجمان في سطور

أ. د. أحمد عبدالله السماحي

■ أستاذ الكيمياء الفيزيائية بجامعة سوهاج.

■ حاصل على بكالوريوس العلوم في العام 1957 من جامعة الإسكندرية، وعلى دكتوراه الفلسفة من الولايات المتحدة في العام 1964.

■ شغل مناصب عميد كلية العلوم، ورئيس فرع الجامعة بسوهاج، ونائب رئيس جامعة أسيوط وجنوب الوادي.

■ نقيب العلميين بسوهاج.

■ ترجم وراجع عشرات الكتب والمقالات في مجال الثقافة العلمية، وله العشرات من الأوراق العلمية الأكاديمية، وأشرف على العديد من الرسائل العلمية في التخصص.

أ. د. فتح الله الشيخ

■ أستاذ الكيمياء الفيزيائية بجامعة سوهاج.

■ حاصل على بكالوريوس العلوم في العام 1958 من جامعة الإسكندرية، وعلى دكتوراه الفلسفة من الاتحاد السوفييتي في العام 1964.

■ شغل منصب رئيس قسم الكيمياء، ووكيل كلية العلوم، والمستشار العلمي لرئيس الجامعة.

■ رئيس الجمعية المصرية للكيمياء الكهربية، ورئيس المؤتمر الدولي للكيمياء الكهربية وتطبيقاتها (من الأول وحتى السادس).

■ ترجم وراجع وألَّف عشرات الكتب والمقالات في مجال الثقافة العلمية، وله عشرات الأوراق العلمية الأكاديمية، وأشرف على العديد من الرسائل العلمية في التخصص.

سلسلة عالم المعرفة

«عالم المعرفة» سلسلة كتب ثقافية تصدر في مطلع كل شهر ميلادي عن المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب - دولة الكويت - وقد صدر العدد الأول منها في شهر يناير من العام 1978.

تهدف هذه السلسلة إلى تزويد القارئ بمادة جيدة من الثقافة تغطي جميع فروع المعرفة، وكذلك ربطه بأحدث التيارات الفكرية والثقافية المعاصرة. ومن الموضوعات التي تعالجها تأليفا وترجمة:

1 - الدراسات الإنسانية: تاريخ ـ فلسفة - أدب الرحلات - الدراسات الحضارية - تاريخ الأفكار.

2 - العلوم الاجتماعية: اجتماع - اقتصاد - سياسة - علم نفس - جغرافيا - تخطيط - دراسات استراتيجية - مستقبليات.

3 - الدراسات الأدبية واللغوية: الأدب العربي - الآداب العالمية - علم اللغة.

4 - الدراسات الفنية: علم الجمال وفلسفة الفن - المسرح - الموسيقى - الفنون التشكيلية والفنون الشعبية.

5 - الدراسات العلمية: تاريخ العلم وفلسفته، تبسيط العلوم الطبيعية (فيزياء، كيمياء، علم الحياة، فلك) ـ الرياضيات التطبيقية (مع الاهتمام بالجوانب الإنسانية لهذه العلوم)، والدراسات التكنولوجية.

أما بالنسبة إلى نشر الأعمال الإبداعية ـ المترجمة أو المؤلفة ـ من شعر وقصة ومسرحية، وكذلك الأعمال المتعلقة بشخصية واحدة بعينها فهذا أمر غير وارد في الوقت الحالي.

وتحرص سلسلة «عالم المعرفة» على أن تكون الأعمال المترجمة حديثة النشر.

وترحب السلسلة باقتراحات التأليف والترجمة المقدمة من المتخصصين، على ألا يزيد حجمها على 350 صفحة من القطع المتوسط، وأن تكون مصحوبة بنبذة وافية عن الكتاب وموضوعاته وأهميته ومدى جدته وفي حالة الترجمة ترسل نسخة مصورة من الكتاب بلغته الأصلية كما ترفق مذكرة بالفكرة العامة للكتاب، وكذلك يجب أن تدوّن أرقام صفحات الكتاب الأصلي المقابلة للنص المترجم على جانب الصفحة المترجمة، والسلسلة لا يمكنها النظر في أي ترجمة ما لم تكن مستوفية لهذا الشرط. والمجلس غير ملزم بإعادة المخطوطات والكتب الأجنبية في حالة الاعتذار عن عدم نشره. وفي جميع الحالات ينبغي إرفاق سيرة ذاتية لمقترح الكتاب تتضمن البيانات الرئيسية عن نشاطه العلمي السابق.

وفي حال الموافقة والتعاقد على الموضوع ــ المؤلف أو المترجم ــ تصرف مكافأة للمؤلف مقدارها ألفا دينار كويتي، وللمترجم مكافأة بمعدل ثلاثين فلسا عن الكلمة الواحدة في النص الأجنبي (وبحد أقصى مقداره ألفان وخمسمائة دينار كويتي).


Withe

سعر النسخة

الكويت ودول الخليج	دينار كويتي
الدول العربية	ما يعادل دولارا أمريكيا
خارج الوطن العربي	أربعة دولارات أمريكية

الاشتراكات

دولة الكويت	
للأفراد	15 د. ك
للمؤسسات	25 د. ك
دول الخليج	
للأفراد	17 د. ك
للمؤسسات	30 د. ك
الدول العربية	
للأفراد	25 دولارا أمريكيا
للمؤسسات	50 دولارا أمريكيا
خارج الوطن العربي	
للأفراد	50 دولارا أمريكيا
للمؤسسات	100 دولار أمريكي

تسدد الاشتراكات والمبيعات مقدما نقدا أو بشيك باسم المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، مع مراعاة سداد عمولة البنك المحول عليه المبلغ في الكويت، ويرسل إلينا بالبريد المسجل على العنوان التالي:

المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب

ص. ب 23996 الصفاة - الرمزي البريدي 13100

دولة الكويت

بدالة: 22416006 (00965)

داخلي: 1196/ 1195/ 1194/ 1153/1193/ 1152


Withe

أسماء وأرقام وكلاء التوزيع

أولاً: التوزيع المحلي – دولة الكويت

م	الدولة	وكيل التوزيع	رقم الهاتف	رقم الفاكس	الإيميل
1	الكويت	المجموعة الإعلامية العالمية	00965 24826820 /1/2	2482682300965 /	im_grp50@yahoo.com

ثانياً: التوزيع الخارجي

م	الدولة	وكيل التوزيع	رقم الهاتف	رقم الفاكس	الإيميل
2	السعودية	الشركة السعودية للتوزيع	00966114871414	121277400966 /12121766 –	bander.shareef@saudidistribution.com babiker.khalil@saudidistribution.com
3	البحرين	مؤسسة الأيام للنشر	3661616800973 /17617733 –	1761774400973 /	cir@alayam.com rudainaa.ahmed@alayam.com
4	الإمارات	شركة الإمارات للطباعة والنشر والتوزيع	00971 43916501 /2/3	4391801900971 /43918354 –	eppdc@emirates.net.ae info@eppdco.com essam.ali@eppdco.com
5	سلطنة عُمان	مؤسسة العطاء للتوزيع	2449139900968 /24492936 – 24496748 –	2449320000968 /	alattadist@yahoo.com
6	قطر	شركة دار الثقافة	4462218200974 /44621942 –	4462180000974 /	thaqafadist@qatar.net.qa
7	مصر	مؤسسة أخبار اليوم	00202 25782700/1/2/3/4/5 00202 25806400	2578254000202 /	ahmed_isaac2008@hotmail.com
8	لبنان	مؤسسة نعنوع الصحفية للتوزيع	00961 1666314 /15	165325900961 / 165326000961 /	topspeed1@hotmail.com
9	تونس	الشركة التونسية	7132249900216 /	7132300400216 /	sotupress@sotup.com.nt
10	المغرب	الشركة العربية الأفريقية	52224920000212 /	52224921400212 /	s.wardi@sapress.ma
11	الأردن	وكالة التوزيع الأردنية	79720409500962 /6535885 –	6533773300962 /	alshafiei.ankousha@aramex.com basem.abuhameds@aramex.com
12	فلسطين	شركة رام الله للتوزيع والنشر	2298080000970 /	2296413300970 /	wael.kassess@rdp.ps
13	اليمن	القائد للنشر والتوزيع	124088300967 /	124088300967 /	alkaidpd@yahoo.com
14	السودان	دار الريان للثقافة والنشر والتوزيع	83242702002491 /	83242703002491 /	daralryan_cup22@hotmail.com daralryan_12@hotmail.com

اتحاد الموزعين العرب
ARAB DISTRIBUTORS UNION

تنويـــه

للاطـلاع علـى قائمـة كتـب السلسـلة انظـر عدد ديسـمبر (كانـون الأول) مـن كل سـنة، حيـث توجد قائمة كاملة بأسماء الكتب المنشورة في السلسلة منذ يناير 1978.

يمكنكم الاشتراك والحصول على نسختكم الورقية من إصدارات المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب من خلال الدخول إلى موقعنا الإلكتروني:

https://www.nccal.gov.kw/#CouncilPublications

البيان	عالم المعرفة		الثقافة العالمية		عالم الفكر		إبداعات عالمية		جريدة الفنون		المسرح العالمي	
	د.ك	دولار	د.ك	دولار	د.ك	دولار	د.ك	دولار	د.ك	دولار	د.ك	دولار
مؤسسة داخل الكويت	25		12		12		20		12		20	
أفراد داخل الكويت	15		6		6		10		8		10	
مؤسسات دول الخليج العربي	30		16		16		24			36	24	
أفراد دول الخليج العربي	17		8		8		12			24	12	
مؤسسات خارج الوطن العربي		100		50		40		100		48		100
أفراد خارج الوطن العربي		50		25		20		50		36		50
مؤسسات في الوطن العربي		50		30		20		50		36		50
أفراد في الوطن العربي		25		15		10		25		24		25

قسيمة اشتراك في إصدارات
المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب

الرجاء ملء البيانات في حالة رغبتكم في: تسجيل اشتراك ☐ تجديد اشتراك ☐

الاسم:

العنوان:

المدينة: الرمز البريدي:

البلد:

رقم الهاتف:

البريد الإلكتروني:

اسم المطبوعة: مدة الاشتراك:

المبلغ المرسل: نقدا / شيك رقم:

التوقيع: التاريخ: / / 20م

المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب - إدارة النشر والتوزيع - مراقبة التوزيع

ص.ب: 23996 - الصفاة - الرمز البريدي 13100

دولة الكويت


المجلس الوطني
للثقافة والفنون والآداب



هذا الكتاب...

عندما تكتب إليزابيث كولبرت كتابا فإنها تذرع الأرض، يابسة ومياها، لتحقق له أعلى مصداقية ممكنة. وكتاب «الانقراض السادس» الذي بين أيدينا أصدق تعبير عن ذلك. إذ تعرضت الحياة في آخر نصف مليار سنة لمئات، إن لم يكن لآلاف، من الانقراضات التي شكلت «ضجيجا» في خلفية خمسة انقراضات كبرى كاسحة. تقع هذه الانقراضات الكاسحة على مفرق الحقب والعصور الجيولوجية. والسبب في ذلك ببساطة هو أن هذه الانقراضات نفسها هي التي وضعت حدا لعصر وبداية لعصر جديد آخر. وقعت هذه الانقراضات بفعل أسباب متنوعة: التغير المناخي الكبير، وتغير كيمياء وحموضة المحيطات، واصطدام كويكب بكوكب الأرض، وكلها كوارث. أما الانقراض السادس، موضوع هذا الكتاب، والذي تجري أحداثه الآن، فسببه نحن «الإنسان العاقل» بتحضرنا وتكنولوجياتنا التي غيّرت من المحيط الحيوي فيزيائيا وكيميائيا، وقلّصت بدرجة هائلة مواطن الحيوانات والنباتات. دفع ذلك موجة انقراض غير مسبوقة تجري أحداثها بسرعة كبيرة (جيولوجيا). وما يقوله أحد العلماء: «بما نفعله تجاه أشكال الحياة الأخرى، فإننا كمن يقطع فرع الشجرة الذي يجلس عليه».

الانقراض السادس

تأليف: إليزابيث كولبرت
ترجمة: أحمد عبدالله السماحي
وفتح الله الشيخ

ISBN 978 - 99906 - 0 - 634 - 8

471
أبريل
2019



إصدارات المجلس متوافرة إلكترونيا على موقعنا:
WWW.NCCAL.GOV.KW/PUBLICATIONS